

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL**

INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES



PROYECTO DE GRADO:

**“INCIDENCIA DE LA CANTIDAD DE CEMENTO, TAMAÑO MÁXIMO Y
PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS, EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN,
COMPRESIÓN Y DESGASTE SUPERFICIAL POR ABRASIÓN DE ADOQUINES TIPO
DOBLE S”**

POSTULANTES:

Rudy Roberto Yuque Yana
Victor Ticona Hilaya

TUTORES :

Ing. Jorge Echazú C.
Ing. Fernando Cerruto A.

**LA PAZ – BOLIVIA
2022**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA

Dedicamos el presente proyecto a Dios quien nos brindó el gran regalo de tener nuestras invaluables familias.

A nuestras familias quienes siempre han confiado en nuestras personas, nos han apoyado incondicionalmente, brindándonos la fuerza para seguir adelante aun en los momentos más difíciles. A todos ellos que siempre están apoyándonos desde donde se encuentran, les dedicamos este trabajo con mucha sinceridad, humildad y sobre todo con un inherente compromiso de siempre buscar ser mejores seres humanos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por permitirnos llegar a este punto. A nuestras importantísimas familias ya que sin ellos nada de esto hubiera tenido sentido racional alguno. Agradecerles los profundos valores humanos que nos inculcaron.

A nuestros tutores , Ing. Jorge Echazú e Ing. Fernando Cerruto por compartir su tiempo y por su valioso apoyo en el desarrollo y conclusión de este proyecto de investigación. También agradecemos a todas las personas que participaron en nuestra formación personal e intelectual. Extendemos nuestro agradecimiento al Instituto de ensayo de materiales por darnos la oportunidad de ser parte de las importantes investigaciones que realizan.

“INCIDENCIA DE LA CANTIDAD DE CEMENTO, TAMAÑO MÁXIMO Y PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS, EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN, COMPRESIÓN Y DESGASTE SUPERFICIAL POR ABRASIÓN DE ADOQUINES TIPO DOBLE S”

RUDY ROBERTO YUQUE YANA CI 4896133 rurer100@gmail.com Cel. 77260203
VICTOR TICONA HILAYA CI 3491518 vicsetihi@gmail.com Cel. 72051430

RESUMEN DEL PROYECTO:

Se realizó el estudio de adoquines tipo doble S, analizando la incidencia de la cantidad de cemento, tamaño máximo nominal (TMN) y procedencia de los agregados, en la resistencia a flexión, compresión y desgaste superficial por abrasión. Las condiciones de fabricación, fraguado y curado de los prefabricados fueron propios de la fábrica. Para ello, se dosificaron hormigones secos por peso, para 8 combinaciones de agregados, con TMN de 3/4", 3/8" y #4. En los que se hizo variar, para cada combinación, las cantidades de cemento entre 250,300 y 350 [Kg/m³-Hº] respectivamente.

Luego se hizo el análisis estadístico de los resultados mediante Duncan y ANOVA. Las combinaciones que contenían agregados con mayor cantidad de partículas finas porosas (Agregado de Chacoma) presentaron reducciones en sus propiedades físico-mecánicas. También se evidenció que aquellas combinaciones con TMN 3/4" (Agregado de Vilaque) y partículas finas con una porosidad (Agregado de Ayo Ayo) baja tuvieron mejores desempeños en las resistencias estudiadas.

La combinación de agregados N° 5 con TMN 3/4", que lleva en su composición grava Vilaque, agregado Achacachi y arena Ayo Ayo, obtuvo las mayores resistencias en relación a las otras combinaciones.

Por lo tanto los resultados mostraron que las características de los agregados (propiedades, procedencia y combinaciones), fueron más significativos e influyentes en los diferentes ensayos realizados que la variación de la cantidad de cemento.

PALABRAS CLAVE: Prefabricados, Adoquines, Agregados, Cantidad De Cemento, Compresión, Flexión, Desgaste por Abrasión.

“INCIDENCIA DE LA CANTIDAD DE CEMENTO, TAMAÑO MÁXIMO Y PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS, EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN, COMPRESIÓN Y DESGASTE SUPERFICIAL POR ABRASIÓN DE ADOQUINES TIPO DOBLE S”

RESUMEN DEL PROYECTO:

Se realizó el estudio de adoquines tipo doble S, analizando la incidencia de la cantidad de cemento, tamaño máximo nominal (TMN) y procedencia de los agregados, en la resistencia a flexión, compresión y desgaste superficial por abrasión. Las condiciones de fabricación, fraguado y curado de los prefabricados fueron propios de la fábrica. Para ello, se dosificaron hormigones secos por peso, para 8 combinaciones de agregados, con TMN de 3/4”, 3/8” y #4. En los que se hizo variar, para cada combinación, las cantidades de cemento entre 250,300 y 350 [Kg/m³-Hº] respectivamente.

Luego se hizo el análisis estadístico de los resultados mediante Duncan y ANOVA. Las combinaciones que contenían agregados con mayor cantidad de partículas finas porosas (Agregado de Chacoma) presentaron reducciones en sus propiedades físico-mecánicas. También se evidenció que aquellas combinaciones con TMN 3/4” (Agregado de Vilaque) y partículas finas con una porosidad (Agregado de Ayo Ayo) baja tuvieron mejores desempeños en las resistencias estudiadas.

La combinación de agregados N° 5 con TMN 3/4”, que lleva en su composición grava Vilaque, agregado Achacachi y arena Ayo Ayo, obtuvo las mayores resistencias en relación a las otras combinaciones.

Por lo tanto los resultados mostraron que las características de los agregados (propiedades, procedencia y combinaciones), fueron más significativos e influyentes en los diferentes ensayos realizados que la variación de la cantidad de cemento.

PALABRAS CLAVE: Prefabricados, Adoquines, Agregados, Cantidad De Cemento, Compresión, Flexión, Desgaste por Abrasión.

"INCIDENCE OF THE AMOUNT OF CEMENT, MAXIMUM SIZE AND ORIGIN OF AGGREGATES, ON THE FLEXURAL, COMPRESSIVE AND SURFACE WEAR RESISTANCE BY ABRASION OF DOUBLE S TYPE PRECAST CONCRETE PAVERS".

PROJECT SUMMARY:

The study of double S type precast concrete pavers was carried out, analyzing the incidence of the amount of cement, maximum nominal size (MNS) and origin of the aggregates, on the flexural resistance, compressive resistance and surface abrasive wear. The manufacturing, setting and curing conditions of the precast elements were factory conditions. For this purpose, dry concretes were dosed by weight, for 8 aggregate combinations, with TMN of 3/4", 3/8" and #4. For each combination, the amounts of cement varied between 250,300 and 350 [Kg/m³-H^º] respectively.

The results were then statistically analyzed by Duncan and ANOVA. The combinations containing aggregates with a higher amount of porous fine particles (Chacoma aggregate) presented reductions in their physical-mechanical properties. It was also evidenced that those combinations with TMN ¾" (Vilaque aggregate) and fine particles with low porosity (Ayo Ayo aggregate) had better performance in the studied resistances.

The combination of aggregates No. 5 with TMN 3/4", which carries in its composition Vilaque gravel, Achacachi aggregate and Ayo Ayo sand, obtained the highest resistances in relation to the other combinations.

Therefore, the results showed that the characteristics of the aggregates (properties, origin and combinations) were more significant and influential in the different tests carried out than the variation in the amount of cement.

KEY WORDS: Precast concrete Pavers, Aggregates, Cement Quantity, Compression Resistance, Flexural resistance, Abrasion Wear resistance.

Que, se deja establecida en conformidad al Artículo 4º de la Ley Nº 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina que: *"...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial"*

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: *"... en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena fe, la confianza, la cooperación y la lealtad en la actuación de los servidores públicos y de los ciudadanos ..."*, por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

POR TANTO

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas

RESUELVE:

INSCRIBIR en el Registro de Tesis, Proyectos de Grado, Monografías y Otras Similares de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, el Proyecto de Grado titulado: **"INCIDENCIA DE LA CANTIDAD DE CEMENTO, TAMAÑO MÁXIMO Y PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS, EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN, COMPRESIÓN Y DESGASTE SUPERFICIAL POR ABRASIÓN DE ADOQUINES TIPO DOBLE S"**, a favor de los autores y titulares: **RUDY ROBERTO YUQUE YANA** con C.I. Nº 4896133 LP y **VICTOR TICONA HILAYA** con C.I. Nº 3491518 LP, quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudieren demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



Abg. Carlos Alberto Soruco Arroyo
DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR
Y DERECHOS CONEXOS
SERVICIO NACIONAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL



**"2023 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCAIZACIÓN
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



| Area | Nombre | Apellido | Apellido | Apellido | Apellido | Apellido | Apellido |
|--------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Area 1 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Area 2 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Area 3 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Area 4 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Area 5 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Area 6 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Area 7 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Area 8 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

INCIDENCIA DEL CEMENTO Y LOS AGREGADOS EN ADOQUINES

“INCIDENCIA DE LA CANTIDAD DE CEMENTO, TAMAÑO MÁXIMO Y PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS, EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN, COMPRESIÓN Y DESGASTE SUPERFICIAL POR ABRASIÓN DE ADOQUINES TIPO DOBLE S”

Rudy Roberto Yuque Yana

Victor Ticona Hilaya

INGENIERIA CIVIL-UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

TUTOR: Ing. Jorge Echazú C.

TUTOR: Ing. Fernando Cerruto A.

**INCIDENCIA DE LA CANTIDAD DE CEMENTO, TAMAÑO MÁXIMO Y PROCEDENCIA DE LOS
AGREGADOS, EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN, COMPRESIÓN Y DESGASTE SUPERFICIAL POR
ABRASIÓN DE ADOQUINES TIPO DOBLE S.**

INDICE GENERAL

| | |
|---|--------|
| CAPITULO I: GENERALIDADES..... | 9 |
| 1.1 Introducción..... | 9 |
| 1.2 Justificación..... | 11 |
| 1.3 Estado del Arte | 11 |
| 1.4 Planteamiento del problema | 12 |
| 1.5 Objetivos | 13 |
| 1.5.1 Objetivo General. | 13 |
| 1.5.2 Objetivos Específicos. | 13 |
| 1.6 Alcances y limitaciones..... | 14 |
| 1.7 Referencias Consideradas..... | 14 |
| 1.8 Metodología..... | 16 |
| CAPITULO II: MARCO TEORICO..... | 19 |
| 2.1 Generalidades del adoquín | 19 |
| 2.1.1 Adoquín de hormigón..... | 19 |
| 2.1.2 Los Adoquines en la historia..... | 19 |
| 2.1.3 Ventajas y aplicación de los Adoquines..... | 20 |
| 2.2 Flujograma de la producción de adoquín | 21 |
| 2.2.1 Selección de los materiales..... | 21 |
| 2.2.2 Disponibilidad de equipos | 21 |
| 2.2.3 Dosificación y mezclado | 21 |
| 2.2.4 Moldeado y fraguado..... | 21 |
| 2.2.5 Curado | 22 |
| 2.2.6 Muestreo y control de calidad al producto final..... | 22 |
| 2.3 Definiciones del adoquín de hormigón tipo doble S | 22 |
| 2.3.1 Arista | 22 |
| 2.3.2 Longitud total | 22 |
| 2.3.3 Anchura total | 22 |
| 2.3.4 Espesor | 22 |
| 2.3.5 Elemento espaciador..... | 23 |
| 2.3.6 Cara vista..... | 23 |
| 2.3.7 Cara base. | 23 |
| 2.3.8 Capa superficial (doble capa)..... | 23 |
| 2.3.9 Maquinaria y equipo para la producción de adoquines tipo doble S..... | 23 |
| 2.4 Componentes del hormigón..... | 24 |
| 2.4.1 Hormigón..... | 24 |
| 2.4.2 Cemento..... | 24 |
| 2.4.3 Agregados..... | 24 |
| 2.4.4 Agua de amasado..... | 25 |

| | |
|--|----|
| 2.5 Hormigón fresco y sus propiedades | 25 |
| 2.5.1 Consistencia..... | 25 |
| 2.5.2 Docilidad | 26 |
| 2.5.3 Densidad..... | 26 |
| 2.6 Generalidades sobre mezclas secas | 27 |
| 2.6.1 Métodos para la medición de la consistencia en mezclas secas | 27 |
| 2.6.2 El aparato Vebe | 27 |
| 2.6.3 Prueba Thaulow Drop. | 28 |
| 2.7 Dosificación del Hormigón | 28 |
| 2.7.1 Métodos para dosificar hormigones secos..... | 29 |
| 2.7.2 Método ACI 211 | 29 |
| 2.7.3 Parámetros de dosificación..... | 32 |
| 2.7.4 Procesamiento de datos para dosificación..... | 32 |
| 2.8 Ensayos del hormigón endurecido | 37 |
| 2.8.1 Resistencia a flexión..... | 37 |
| 2.8.2 Resistencia a Compresión. | 37 |
| 2.8.3 Resistencia al desgaste superficial por abrasión..... | 38 |
| 2.9 Análisis estadístico | 38 |
| 2.9.1 Estimación del error | 39 |
| 2.9.2 Depuración de datos de una muestra..... | 39 |
| 2.9.3 La homogeneidad de varianzas | 40 |
| 2.9.4 Análisis de Varianza..... | 40 |
| 2.9.5 Relación entre el ANOVA y el diseño de experimentos..... | 41 |
| 2.9.6 Análisis del Modelo..... | 43 |
| | |
| CAPITULO III : MARCO PRACTICO | 45 |
| 3.1 Procedimiento..... | 45 |
| 3.1.1 Exploración y recopilación de información | 45 |
| 3.1.2 Ensayos para determinar las propiedades Físico-Mecánicas de los agregados..... | 45 |
| 3.1.3 Dosificación de Hormigones | 47 |
| 3.1.3.1 Revolturas de prueba..... | 48 |
| 3.1.4 Elaboración de probetas en fábrica | 49 |
| 3.1.4.1 Preparación de los materiales | 50 |
| 3.1.4.2 Dosificación..... | 52 |
| 3.1.4.3 Mezclado de las muestras..... | 53 |
| 3.1.4.4 Elaboración de los adoquines | 53 |
| 3.1.4.5 Fraguado de las muestras | 54 |
| 3.1.4.6 Curado en fábrica | 55 |
| 3.1.5 Ensayo de probetas elaboradas en fábrica..... | 55 |
| 3.1.5.1 Ensayo de flexión en adoquines tipo doble S (Norma ICONTEC 2017)..... | 56 |
| 3.1.5.1.1 Principio del ensayo | 56 |
| 3.1.5.1.2 Preparación de la probeta | 56 |
| 3.1.5.1.3 Determinación de la Altura | 56 |
| 3.1.5.1.4 Aplicación de la carga | 57 |
| 3.1.5.1.5 Cálculos | 57 |

| | |
|---|-----|
| 3.1.5.2 Ensayo de Compresión en adoquines tipo doble S (Norma ASTM C 140) | 57 |
| 3.1.5.2.1 Principio del ensayo | 57 |
| 3.1.5.2.2 Preparación de la probeta | 58 |
| 3.1.5.2.3 Determinación del Área..... | 58 |
| 3.1.5.2.4 Aplicación de la carga | 58 |
| 3.1.5.2.5 Cálculos | 58 |
| 3.1.5.3 Ensayo de Desgaste en adoquines tipo doble S (Norma IRAM 1522) | 59 |
| 3.1.5.3.1 Principio del ensayo | 59 |
| 3.1.5.3.2 Preparación de la probeta | 60 |
| 3.1.5.3.3 Determinación de medidas | 60 |
| 3.1.5.3.4 Ensayo de resistencia a desgaste | 60 |
| 3.1.5.3.5 Cálculos | 61 |
| 3.2 Descripción de las diferentes combinaciones y sus agregados | 61 |
| 3.3 Diseño del experimento | 62 |
| | |
| CAPITULO IV : ANALISIS DE RESULTADOS | 63 |
| 4.1 Propiedades de los materiales..... | 63 |
| 4.3 Granulometrías de las diferentes combinaciones | 65 |
| 4.4 Dosificaciones para cada combinación de agregados | 69 |
| 4.5 Análisis de datos para Flexión (Combinaciones 1,2,3,4,5,6,7 y 8) | 72 |
| 4.5.1 Resultados de los ensayos de la Resistencia a Flexión | 72 |
| 4.5.2 Análisis de Duncan y Anova para Flexión | 80 |
| 4.5.3 Análisis de las mejores combinaciones de la Resistencia a Flexión | 87 |
| 4.6 Análisis de datos para Compresión (Combinaciones 1,2,3,4,5,6,7 y 8)..... | 90 |
| 4.6.1 Resultados de los Ensayos de la Resistencia a Compresión | 90 |
| 4.6.2 Análisis de Duncan y Anova para Compresión..... | 114 |
| 4.6.3 Análisis de las mejores combinaciones de la Resistencia a Compresión..... | 121 |
| 4.7 Análisis de Datos para Desgaste (Combinaciones 1,2,3,4,5,6,7 y 8)..... | 125 |
| 4.7.1 Resultados de los Ensayos de la Resistencia a Desgaste..... | 125 |
| 4.7.3 Análisis de las mejores combinaciones de la Resistencia a Desgaste por Abrasión.. | 140 |
| 4.8 Evaluación estadística regresión lineal..... | 143 |
| 4.8.1 Correlación Resistencia a Flexión y Compresión | 143 |
| 4.8.2 Correlación Resistencia a Desgaste y Compresión | 144 |
| 4.8.3 Correlación Resistencia a Desgaste y Flexión | 145 |
| 4.9 Resumen de Evaluación de Resultados | 146 |
| 4.9.1 Resistencia a Flexión..... | 146 |
| 4.9.2 Resistencia a Compresión | 147 |
| 4.9.3 Resistencia a Desgaste..... | 148 |
| 4.10 Análisis del proceso productivo en fábrica | 149 |
| 4.11 Observaciones Adicionales | 152 |
| 4.11.1 Influencia de la altitud y la presión atmosférica..... | 152 |
| 4.11.2 Saturación en agua de los agregados | 153 |
| 4.11.3 Efecto de la Humedad Relativa baja | 154 |

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|---------------------------|---------|
| 5.1 Conclusiones..... | 155 |
| 5.2 Recomendaciones | 157 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 158 |
| APENDICE Y ANEXOS | 161 |

INDICE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Granulometría del Agregado para Adoquines..... | 15 |
| Tabla 2 Granulometría del Agregado para Adoquines..... | 15 |
| Tabla 3 Requerimiento de Adoquines diferentes normas | 16 |
| Tabla 4 Consistencias - Vebe | 26 |
| Tabla 5 Comparación de medidas de consistencia por varios métodos..... | 28 |
| Tabla 6 Relación aproximada del % de contenido de agua para diferentes consistencias. | 30 |
| Tabla 7 Requerimientos aproximados de agua de mezclado para diferentes consistencias y tamaños máximos del agregado. | 30 |
| Tabla 8 Relación agua-cemento para varios datos de esfuerzo del concreto | 31 |
| Tabla 9 Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto para una consistencia plástica..... | 32 |
| Tabla 10 Tabla para el test de valores atípicos | 40 |
| Tabla 11 Tabla para el test de apuntamiento | 40 |
| Tabla 12 Tabla de Duncan | 42 |
| Tabla 13 Análisis de Varianza | 43 |
| Tabla 14 Agregados y su procedencia | 46 |
| Tabla 15 Agregados, ensayos y su norma. | 47 |
| Tabla 16 Mezcla de prueba | 49 |
| Tabla 17 Descripción de las combinaciones y sus agregados | 61 |
| Tabla 18 Diseño del experimento..... | 62 |
| Tabla 19 Tratamiento de Agregados | 63 |
| Tabla 20 Granulometría de los diferentes agregados (% pasado) | 63 |
| Tabla 21 Peso Específico Agregado Grueso Achacachi TMN N ^o 4 | 64 |
| Tabla 22 Peso Específico Agregado Grueso Achacachi TMN 3/8..... | 64 |
| Tabla 23 Peso Específico Agregado Fino Achacachi | 64 |
| Tabla 24 Peso Específico Agregado Fino Ayo Ayo..... | 64 |
| Tabla 25 Peso Específico Agregado Fino Chacoma | 64 |
| Tabla 26 Peso Específico Agregado Grueso Vilaque TMN 3/4 | 64 |
| Tabla 27 Resultados de la Unión de Áridos(Combinación 2) | 65 |
| Tabla 28 Resultados de la Unión de Áridos(Combinación 1) | 65 |
| Tabla 29 Resultados de la Unión de Áridos(Combinación 4) | 66 |
| Tabla 30 Resultados de la Unión de Áridos(Combinación 3) | 66 |
| Tabla 31 Resultados de la Unión de Áridos(Combinación 6) | 67 |
| Tabla 32 Resultados de la Unión de Áridos(Combinación 5) | 67 |
| Tabla 33 Resultados de la Unión de Áridos (Combinación 8) | 68 |
| Tabla 34 Resultados de la Unión de Áridos (Combinación 7)..... | 68 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 35 Resumen de Cantidad Materiales de la Combinación 1..... | 69 |
| Tabla 36 Resumen de Cantidad Materiales de la Combinación 2..... | 69 |
| Tabla 37 Resumen de Cantidad Materiales de la Combinación 3..... | 69 |
| Tabla 38 Resumen de Cantidad Materiales de la Combinación 4..... | 70 |
| Tabla 39 Resumen de Cantidad Materiales de la Combinación 5..... | 70 |
| Tabla 40 Resumen de Cantidad Materiales de la Combinación 6..... | 70 |
| Tabla 41 Resumen de Cantidad Materiales de la Combinación 7..... | 71 |
| Tabla 42 Resumen de Cantidad Materiales de la Combinación 8..... | 71 |
| Tabla 43 Resistencia a Flexión de la combinación 1 | 72 |
| Tabla 44 Resistencia a Flexión de la combinación 2 | 73 |
| Tabla 45 Resistencia a Flexión de la combinación 3 | 74 |
| Tabla 46 Resistencia a Flexión de la combinación 4 | 75 |
| Tabla 47 Resistencia a Flexión de la combinación 5 | 76 |
| Tabla 48 Resistencia a Flexión de la combinación 6 | 77 |
| Tabla 49 Resistencia a Flexión de la combinación 7 | 78 |
| Tabla 50 Resistencia a Flexión de la combinación 8 | 79 |
| Tabla 51 Valores iniciales análisis Anova y Duncan - Flexión | 80 |
| Tabla 52 Valores promedios análisis de Anova y Duncan - Flexión | 81 |
| Tabla 53 Tabla Análisis de Anova para Resistencia a Flexión..... | 82 |
| Tabla 54 Matriz general de análisis de Duncan para Flexión | 83 |
| Tabla 55 Matriz de comparación por el método de Duncan -Flexión con 250 [Kg/m ³] | 84 |
| Tabla 56 Matriz de comparación por el método de Duncan - Flexión con 300 [Kg/m ³]..... | 85 |
| Tabla 57 Matriz de comparación por el método de Duncan - Flexión con 350 [Kg/m ³]..... | 86 |
| Tabla 58 Resistencia a Compresión de la combinación 1 C=250 [Kg] | 90 |
| Tabla 59 Resistencia a Compresión de la combinación 1 C=300 [Kg]..... | 91 |
| Tabla 60 Resistencia a Compresión de la combinación 1 C=350 [Kg] | 92 |
| Tabla 61 Resistencia a Compresión de la Combinación 2 C=250 [Kg]..... | 93 |
| Tabla 62 Resistencia a Compresión de la Combinación 2 C=300 [Kg]..... | 94 |
| Tabla 63 Resistencia a Compresión de la Combinación 2 C=350 [Kg]..... | 95 |
| Tabla 64 Resistencia a Compresión de la Combinación 3 C=250 [Kg]..... | 95 |
| Tabla 65 Resistencia a Compresión de la Combinación 3 C=300 [Kg]..... | 97 |
| Tabla 66 Resistencia a Compresión de la Combinación 3 C=350 [Kg]..... | 98 |
| Tabla 67 Resistencia a Compresión de la Combinación 4 C=250 [Kg]..... | 99 |
| Tabla 68 Resistencia a Compresión de la Combinación 4 C=300 [Kg]..... | 100 |
| Tabla 69 Resistencia a Compresión de la Combinación 4 C=350 [Kg]..... | 101 |
| Tabla 70 Resistencia a Compresión de la Combinación 5 C=250 [Kg]..... | 102 |
| Tabla 71 Resistencia a Compresión de la Combinación 5 C=300 [Kg]..... | 103 |
| Tabla 72 Resistencia a Compresión de la Combinación 5 C=350 [Kg]..... | 104 |
| Tabla 73 Resistencia a Compresión de la Combinación 6 C=250 [Kg]..... | 105 |
| Tabla 74 Resistencia a Compresión de la Combinación 6 C=300 [Kg]..... | 106 |
| Tabla 75 Resistencia a Compresión de la Combinación 6 C=350 [Kg]..... | 107 |
| Tabla 76 Resistencia a Compresión de la Combinación 7 C=250 [Kg]..... | 108 |
| Tabla 77 Resistencia a Compresión de la Combinación 7 C=300 [Kg]..... | 109 |
| Tabla 78 Resistencia a Compresión de la Combinación 7 C=350 [Kg]..... | 110 |
| Tabla 79 Resistencia a Compresión de la Combinación 8 C=250 [Kg]..... | 111 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 80 Resistencia a Compresión de la Combinación 8 C=300 [Kg] | 112 |
| Tabla 81 Resistencia a Compresión de la Combinación 8 C=350 [Kg] | 113 |
| Tabla 82 Valores iniciales análisis Anova y Duncan - Compresión | 114 |
| Tabla 83 Valores promedios análisis Anova y Duncan - Compresión | 115 |
| Tabla 84 Análisis de Anova para Resistencia a Compresión | 116 |
| Tabla 85 Matriz general de análisis de Duncan para Compresión | 117 |
| Tabla 86 Matriz de comparación por el método de Duncan - Compresión con 250 [Kg/m ³]..... | 118 |
| Tabla 87 Matriz de comparación por el método de Duncan - Compresión con 300 [Kg/m ³]..... | 119 |
| Tabla 88 Matriz de comparación por el método de Duncan - Compresión con 350 [Kg/m ³]..... | 120 |
| Tabla 89 Resistencia a Desgaste Combinación 1 | 125 |
| Tabla 90 Resistencia a Desgaste Combinación 2..... | 126 |
| Tabla 91 Resistencia a Desgaste Combinación 3..... | 127 |
| Tabla 92 Resistencia a Desgaste Combinación 4..... | 128 |
| Tabla 93 Resistencia a Desgaste Combinación 5..... | 129 |
| Tabla 94 Resistencia a Desgaste Combinación 6..... | 130 |
| Tabla 95 Resistencia a Desgaste Combinación 7 | 131 |
| Tabla 96 Resistencia a Desgaste Combinación 8..... | 132 |
| Tabla 97 Valores iniciales análisis de Anova y Duncan - Desgaste..... | 133 |
| Tabla 98 Valores promedios Análisis de Anova y Duncan - Desgaste..... | 134 |
| Tabla 99 Tabla Análisis de Anova para Resistencia a Desgaste..... | 135 |
| Tabla 100 Matriz general de análisis de Duncan para Desgaste | 136 |
| Tabla 101 Matriz de comparación por el método de Duncan - Desgaste con 250 [Kg/m ³] | 137 |
| Tabla 102 Matriz de comparación por el método de Duncan - Desgaste con 300 [Kg/m ³] | 138 |
| Tabla 103 Matriz de comparación por el método de Duncan - Desgaste con 350 [Kg/m ³] | 139 |
| Tabla 104 Correlación entre Flexión y Compresión | 144 |
| Tabla 105 Correlación entre Desgaste y Compresión | 145 |
| Tabla 106 Correlación entre Desgaste y Flexión | 146 |

INDICE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 Monograma para unir dos materiales..... | 34 |
| Figura 2 Triángulo de Feret | 35 |
| Figura 3 Acopio de Agregados..... | 50 |
| Figura 4 Preparación de los Agregados..... | 50 |
| Figura 5 Agregados antes de la Mezcla..... | 51 |
| Figura 6 Balanza para pesar Agregados | 52 |
| Figura 7 Agregados listos..... | 52 |
| Figura 8 Mezcladora de los Adoquines | 53 |
| Figura 9 Máquina adoquinera | 54 |
| Figura 10 Adoquines frescos | 54 |
| Figura 11 Adoquines apilados | 55 |
| Figura 12 Adoquines en el proceso de curado..... | 55 |
| Figura 13 Traslado de Adoquines al laboratorio | 56 |
| Figura 14 Ensayo a Flexión | 57 |
| Figura 15 Ensayo a Compresión | 57 |
| Figura 16 Dimensiones de la probeta sometida a compresión..... | 57 |
| Figura 17 Equipo de Ensayo a Desgaste | 59 |
| Figura 18 Medición de la probeta sometida a desgaste | 59 |
| Figura 19 Esquema del ensayo a Desgaste..... | 60 |
| Figura 20 Resumen Flexión C = 250 [Kg] | 87 |
| Figura 21 Resumen Flexión C = 300 [Kg] | 88 |
| Figura 22 Resumen Flexión C = 350 [Kg] | 89 |
| Figura 23 Resumen Compresión C=250 [Kg] | 121 |
| Figura 24 Resumen Compresión C=300 [Kg] | 122 |
| Figura 25 Resumen Compresión C=350 [Kg] | 123 |
| Figura 26 Resumen Desgaste C=250 [Kg] | 140 |
| Figura 27 Resumen Desgaste C=300 [Kg] | 141 |
| Figura 28 Resumen Desgaste C=350 [Kg] | 142 |
| Figura 29 Resumen General de Flexión..... | 146 |
| Figura 30 Resumen General de Compresión..... | 147 |
| Figura 31 Resumen General de Desgaste..... | 148 |

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 Introducción

Los progresos en la tecnología del hormigón demuestran la capacidad que ofrece el hormigón como material importante para la construcción, las expectativas de vida en servicio del hormigón se han ido desarrollando con el paso del tiempo, siendo su participación preponderante en el crecimiento de la sociedad.

El Hormigón es el material de construcción más utilizado en las sociedades industrializadas, las ventajas que ofrecen, sus prestaciones mecánicas y la poca necesidad de mantenimiento lo han convertido en uno de los materiales más competitivos.

Hoy la tecnología del concreto seco vibrocompactado se usa en la elaboración de una amplia gama de productos prefabricados, como tuberías, bloques, adoquines, entre otros. Aunque estos productos pueden diferir en las proporciones de sus materiales constituyentes y métodos de fabricación, todos ellos comparten importantes características, como el desmoldeo inmediato y asentamiento nulo (Microestructura de los prefabricados de concreto, Yecid de Jesús Montoya Góez 2005).

En muchos países, la aplicación del hormigón con mayor demanda creciente está dentro de los sistemas viales, donde se puede observar el uso ascendente del hormigón. Estas vías están constituidas fundamentalmente por pavimentos de diferentes características y materiales.

Una de estas aplicaciones que consta de peculiares ventajas es el adoquín de hormigón, el cual hoy en día está siendo utilizado con más frecuencia en proyectos de pavimentación de vías tanto urbanas como rurales.

La utilización de adoquines de hormigón se ha transformado en una alternativa común de pavimentación, no sólo en plazas y paseos peatonales, sino también en vías urbanas, estacionamientos, zonas industriales, puertos, aeropuertos, etc.

En cada uno de estos lugares, las características especiales que posee este tipo de pavimentos han permitido obtener soluciones que se adaptan perfectamente a las necesidades mecánicas y estéticas de cada proyecto.

Así, en zonas peatonales, plazas, paseos o aceras, la utilización de adoquines de colores o texturados y la posibilidad de disponerlos en casi cualquier aparejo, permiten una gran flexibilidad en el diseño del pavimento. No sólo como estructura resistente sino, fundamentalmente, como una parte importante del paisaje urbano, y que como tal debe armonizar con su entorno.

La capacidad estructural de este tipo de pavimentos, junto a la facilidad de construcción y la capacidad que presentan para levantar y recolocar la carpeta de adoquines cuando se requiere realizar trabajos bajo el nivel del pavimento, unido a la gran durabilidad que presenta esta solución, evidencian con creces su utilización en vías urbanas con tráfico vehicular. Si a lo anterior se agrega la posibilidad de incluir demarcaciones para áreas de uso especial utilizando adoquines de distintos colores y formas, se deduce el porqué de su empleo en otras latitudes se ha difundido ampliamente.

El adoquín no solo tiene gran variedad de formas y tamaños sino también ofrece grandes ventajas al momento de su emplazamiento, así como al momento de realizar las reparaciones necesarias en las vías. Además, su elaboración en planta hace que las condiciones de fabricación puedan ser controladas y por ende la calidad del producto tiene mayor probabilidad de presentar mejores condiciones que otros elementos elaborados en la misma obra.

Generalmente, los pavimentos en sitios industriales están sometidos a cargas extremadamente altas y a la acción agresiva de combustibles y aceites, situaciones a las que los pavimentos de adoquines existentes han demostrado que se adaptan perfectamente. Otra situación que muchas veces se da en este tipo de zonas, principalmente con tráfico pesado, es la presencia de mala calidad del suelo de fundación, lo cual provoca importantes asentamientos en el pavimento durante su vida útil, siendo posible la reparación de la capa de rodadura por la ventaja de retiro y reposición que ofrece el adoquín.

Sin embargo, un factor adverso que se presenta en estas vías con pavimento de adoquín es el deterioro de la capa de rodadura atribuible a una serie de causas que se podrían agrupar en factores relacionados con el ambiente de exposición y factores relacionados con las características propias del hormigón.

El deterioro temprano de la superficie de rodadura del adoquín, se atribuye a varios factores como ser la calidad de los materiales, el proceso de fabricación, agentes del medio ambiente y el proceso de emplazamiento de adoquines en la vía, creando problemas que se traducen en el descenso del nivel de servicio del pavimento.

Actualmente se puede advertir en nuestro medio el crecimiento de arterias pavimentadas con adoquines de hormigón de forma tipo doble S, existiendo varias fábricas que producen este elemento estructural. De modo similar el deterioro temprano de vías con adoquines tipo doble S,

lleva a que se realice un análisis en el espacio concerniente a la producción de adoquines, ya que un mantenimiento temprano va en contraposición a la economía del proyecto vial en nuestra realidad.

1.2 Justificación

A pesar de que el adoquín está siendo utilizado desde hace muchos años en vías pazeñas, se puede observar que estos elementos muestran grandes deterioros en poco tiempo de vida útil. Es evidente que, por el característico hecho de que estos elementos son elaborados en fábrica, deberían presentar mayor durabilidad y resistencia a los medios agresivos en los que trabajan, sin embargo como consecuencia de la exigua investigación realizada de manera específica con este elemento no se cuenta con especificaciones objetivas basadas en resultados inmutables. Es por ello que las fábricas de adoquines exhiben una dispersión en la calidad de sus productos alarmante, demostrando que el control de calidad en la producción de adoquines de hormigón en las diferentes fábricas es mínimo. Además no existe una normativa específica en Bolivia en relación a las características físicas y mecánicas que deben cumplir los adoquines de hormigón. Esta realidad hace necesaria la concepción de una dosificación aceptable y propia para el adoquín pero que además se adapte a las condiciones de elaboración, materiales con los que contamos en el mercado y a su vez esté adecuado a las condiciones reales de nuestro medio.

1.3 Estado del Arte

En el presente trabajo de investigación se tomó como marco de referencia los siguientes trabajos de investigación :Resistance of concrete to freezing and thawing (University of Washington and University of Minnesota), la microestructura de los prefabricados de concreto (Angela María Hincapié Henao, Yesid de Jesús Montoya Góez), Draft Particular Specification for Precast concrete Units for Paving (Civil Engineering Department of Hong Kong), The manufacture of concrete paving blocks (Cement and Concrete Institute of England), Time is now to improve SRW unit freeze-thaw durability (National Concrete Masonry Association by Robert Thomas), Specification of concrete block paving (The precast Concrete paving and Kerb Association).

En el medio local también se han desarrollado las siguientes investigaciones sobre los adoquines de concreto en tesis elaboradas exclusivamente en la facultad de Ingeniería a través del Instituto de Ensayo de materiales de la UMSA.

- Proyecto de Grado: Dosificación de Hormigones Secos Aplicados a Adoquines Tipo Doble S (Univ. A. Chipana).
- Proyecto de Grado: Influencia del Curado en la resistencia a Flexión de las Losetas de Hormigón Tipo Doble S del Mercado Local (Univ. P. Llampá).
- Estudio de las características Físico-mecánicas de losetas de hormigón tipo doble S que se ofertan en el mercado local para la elaboración de una propuesta de norma boliviana (Univ. Nelson Mayta).
- Influencia de diferentes condiciones de curado por riego en la resistencia a Flexión y a congelamiento de losetas doble S (Univ. Lurdes Mamani y Univ. Ronald Cabrera).

1.4 Planteamiento del problema

La temática que encara el proyecto: “influencia de la cantidad de cemento, el tamaño máximo del agregado y su procedencia en la resistencia a flexión, compresión y desgaste superficial por abrasión de adoquines tipo doble-S”, está enmarcada a la realidad local, vale decir: los medios de producción con los que se cuenta localmente, al igual que los materiales utilizados, etc.

El planteamiento sintetiza:

- La llegada de la tecnología de pavimentos intertrabados a nuestro medio.
- El mejoramiento de vías con esta tecnología.
- El uso de pavimento con adoquín de concreto se incrementa en el medio local.
- Las vías de tráfico vehicular y peatonal se mejoran con el uso de adoquín.
- Se observa en estas vías pavimentadas con adoquín un desgaste superficial considerable.
- El desgaste superficial se manifiesta en la capa de rodadura causando problemas para el tráfico.
- El problema de deterioro de vías adoquinadas se puede atribuir a varios agentes químicos y físicos del medio.
- También se puede atribuir, dichas averías, a factores de calidad del adoquín de concreto.
- En la ciudad de La Paz en especial en la ciudad del Alto, existen varias fábricas artesanales que producen este elemento estructural sin un adecuado control de calidad.

- El control de calidad es ineficiente y muchas veces inexistente en algunas fábricas, observándose defectos en la calidad de materiales y falta de instrucción técnica en elaboración correcta de prefabricados en el personal.
- Otro aspecto adverso son errores en el proceso constructivo, consecuencia que se traduce en pérdidas de cualidades mecánicas en los elementos.
- No existe una normativa Boliviana para evaluar las características físicas y mecánicas de los adoquines.
- Si bien existen en medio local algunos requisitos que deben cumplir los adoquines, como ser las características técnicas exigidas en especial por los gobiernos municipales, estos no están normalizados y no hay uniformidad en las exigencias.
- El uso de normas extranjeras es referente para evaluar la calidad del adoquín, sin embargo cumplir con estos requisitos lleva a un consiguiente incremento de la economía de producción y la realidad de nuestro medio no sustenta estos requerimientos.
- En el campo de la construcción, es necesario contar con un control de calidad de los materiales, procesos constructivos, por lo que se hace importante y necesario realizar ensayos físicos y mecánicos.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General.

Estudiar la Influencia de la cantidad de cemento, el tamaño máximo del agregado (TMN) y su procedencia en la Resistencia a flexión, compresión y desgaste superficial por abrasión de adoquines tipo doble-S.

1.5.2 Objetivos Específicos.

Dosificar hormigones secos para la fabricación de Adoquines tipo doble-S haciendo variar el tamaño máximo del agregado (TMN) así como su procedencia y la cantidad de cemento.

- Evaluar en los Adoquines obtenidos las resistencias a flexión.
- Evaluar en los Adoquines obtenidos las resistencias a compresión.
- Evaluar en los Adoquines obtenidos el ensayo de desgaste superficial por abrasión.
- Correlacionar la resistencia a Flexión con la resistencia a desgaste superficial por abrasión.
- Correlacionar la resistencia a Flexión con la resistencia a Compresión.

- Correlacionar la resistencia a Compresión y Desgaste superficial por abrasión.

1.6 Alcances y limitaciones

- Se dosificarán hormigones secos con 8 combinaciones de agregados de diferente procedencia, con diferentes tamaños máximos (TMN) y con 3 cantidades de cemento.
- Los adoquines serán elaborados en una fábrica convencional de la ciudad del Alto (Zona San Roque), en condiciones normales y reales de fábrica.
- Se emplearán agregados del mercado, de uso de la fábrica provenientes de Achacachi, Ayo Ayo, Chacoma y Vilaque.
- Los tamaños máximos de agregado (TMN) a usarse serán № 4, 3/8" , y 3/4"
- Se usarán diferentes proporciones de cemento tipo IP-40 (Viacha Especial).
- La dosificación de los componentes del hormigón se realizará por peso.
- La elaboración, el fraguado y el curado se realizarán bajo condiciones reales propias de la fábrica.
- Las probetas se ensayarán a flexión a la edad 28 días con base a la norma ICONTEC 2017 modificada para el I.E.M.
- Las probetas se ensayarán a compresión a edad 28 días con base a la norma ASTM modificada para el I.E.M.
- Las probetas se ensayarán a desgaste superficial por abrasión a una edad mayor a 28 días (las probetas para el ensayo se extraerán de las ensayadas a flexión para poder realizar la correlación).
- Se tomará como referencia la Norma IRAM 1522 para realizar el ensayo de desgaste ya que no existe una norma Boliviana específica.
- Los ensayos se realizarán con equipos y dispositivos en el Instituto de Materiales U.M.S.A.

1.7 Referencias Consideradas

Se establece que las siguientes granulometrías aplicadas a la fabricación de adoquines tipo doble S mejorarán las prestaciones mecánicas de estos.

Este análisis aplicado a la fabricación de adoquines lleva a realizarlas siguientes consideraciones:

- El uso de agregado con tamaños máximos (TMN) de 3/8" y N°4, propuesto por normas extranjeras para la fabricación de adoquín, será objeto de estudio para realizar dosificaciones de hormigón.

Tabla 1 Granulometría del Agregado para Adoquines

| Tamiz | | % Que Pasa |
|-------|-------|------------|
| mm | | |
| 13.2 | 1/2" | 100 |
| 9.5 | 3/8" | 90-100 |
| 4.75 | N°4 | 70-85 |
| 2.36 | N°8 | 50-65 |
| 0.3 | N°50 | 10--25 |
| 0.15 | N°100 | 5--15 |
| 0.075 | N°200 | 2--10 |

Fuente: Microestructura de los prefabricados de concreto (Hincapié Henao, Montoya Góez)

Tabla 2 Granulometría del Agregado para Adoquines

| Tamiz | | % Que Pasa |
|-------|------|------------|
| ASTM | mm | |
| 3/8" | 9.5 | 100% |
| N°4 | 4.75 | 50 - 90% |
| N°8 | 2.36 | 40 - 65% |
| N°16 | 1.18 | 32 - 50% |
| N°30 | 0.6 | 24 - 37% |
| N°50 | 0.3 | 16 - 25% |
| N°100 | 0.15 | 8 - 14% |

Fuente: Microestructura de los prefabricados de concreto (Hincapié Henao, Montoya Góez)

- La granulometría del agregado empleada por normas externas, será utilizada como referencia para la determinación de la granulometría del agregado.
- Los requisitos físicos y mecánicos que deben cumplir los adoquines según las normas externas, servirán de referencia para propósito de comparación de resultados obtenidos.

Tabla 3 Requerimiento de Adoquines diferentes normas

| ENSAYO | NORMA DE REFERENCIA | | | | | | |
|---|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | ASTM C 936 | UNE-EN 1338 | IRAM 11656 | NPT 399.611 | ICONTEC 2017 | NMX C-314 | NB 2017 |
| Compresión (Mpa) | 55 /50 | --- | 45/40 | 55/50 | --- | 34,5 | --- |
| Flexión (Mpa) | --- | --- | --- | --- | 4.5/3.6 | --- | 5,0/4,5 |
| Rotura Splitting Test (Mpa) | --- | 3.6/2.9 | --- | --- | --- | --- | --- |
| Absorción % | <5 / <7 | <6 / <6 | <5 / <7 | <5 / <7 | --- | 8 | <5 / <6 |
| Tolerancias Dimensionales | L,B +/- 1.6 mm e +/- 3.2 mm | L,B +/- 3 mm e +/- 4 mm | L,B +/- 2 mm e +/- 3 mm | L,B +/- 1.6 mm e +/- 3.2 mm | L,B +/- 2 mm e +/- 3 mm | L,B +/- 2 mm e +/- 3 mm | L,B +/- 2 mm e +/- 3 mm |
| Congelamiento/ Descongelamiento (50 ciclos) | <1% perdida peso | --- | --- | <1% perdida peso | --- | --- | --- |
| Resbalamiento | --- | > 45 | --- | --- | --- | --- | --- |
| Desgaste | Chorro de arena e<3 mm | Disco huella <20 mm | Dorry e<1.5 mm | Chorro de arena e<3 mm | --- | --- | Disco huella <20 mm |

Fuente: Elaboración propia

1.8 Metodología

La técnica planteada para alcanzar el objetivo se rige por los siguientes puntos:

Exploración y recopilación de información relacionada con el tema.

- Para este propósito se consulta bibliografía de referencia, en medios impresos además de páginas de Internet.
- Se visita zonas y áreas pavimentadas con adoquín para observar el estado de estas vías.

Planificación de actividades orientadas a cumplir con el objetivo.

- Observación del proceso de fabricación en planta, ver el tipo de maquinaria y equipo empleados en la producción de adoquines, el método de curado y acopio de adoquines en planta.
- Averiguar la procedencia de materiales que emplea la fábrica, agregado, cemento, agua, etc.
- Planificar actividades en función de las características de fábrica.

Preparación de materiales

- Provisión de mallas para realizar el tamizado de material de fábrica para obtener tamaños máximos (TMN) de 3/8" y N°4.
- Proveerse de una balanza para realizar el pesaje de materiales para la dosificación.
- Contar con un medidor de volumen de agua para la dosificación.

Vaciado de probetas en fábrica.

- Previamente se calcularán dosificaciones de hormigón seco para diferentes rangos de relación agua/cemento.
- El vaciado de adoquines de hormigón se realiza con la dosificación de mejor contenido de humedad, reflejado en la compactación y vibrado del hormigón en el molde de adoquín.
- En el vaciado de adoquines se usan cantidades fijas de cemento: 250,300 y 350 [kg/m³] de hormigón.
- Con las tres cantidades de cemento se preparan dosificaciones para cada uno de los tamaños máximos de agregado (TMN) N°4, 3/8" y 3/4".
- Se realiza el curado de los adoquines fabricados en condiciones reales de fábrica, es decir, al igual como se curan los elementos fabricados diariamente en dicho lugar.

Preparación de probetas acorde con el estudio.

- Los adoquines se disponen para realizar los ensayos respectivos a edades de 28 días.
- La manipulación y traslado de adoquines se realiza con cuidado y previa codificación al Instituto de Ensayo de Materiales de la U.M.S.A.

Ensayo de probetas en laboratorio.

- En los adoquines se realizan los ensayos de flexión y compresión a la edad de 28 días.
- De los adoquines ensayados a flexión se extraen probetas para realizar el ensayo a desgaste superficial por abrasión.

Análisis de datos y resultados.

- En cada proceso descrito se registran los datos y valores para su respectivo procesamiento.

- El procesamiento de datos converge en la obtención de resultados.
- Los resultados hallados son objeto de análisis estadístico, para hallar correlaciones matemáticas.

Elaboración de conclusiones del tema de investigación.

- Los resultados de la investigación se traducen en la elaboración de conclusiones, recomendaciones que derivan del proyecto estudiado.



CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Generalidades del adoquín

2.1.1 Adoquín de hormigón

La palabra española adoquín proviene del árabe «ad-dukkân», que quiere decir «piedra escuadrada o a escuadra». [Rada et. al. 1990]

Un adoquín de hormigón es una unidad de concreto precolada de forma prismática, prefabricado mediante vibro compresión regulada y cuyo diseño permite la colocación de piezas de forma continua para formar pavimentos. Los adoquines de concreto son muy resistentes y durables por su amplia variedad de formas, dimensiones, colores y texturas, y porque se colocan entrelazados sobre una cama de arena compactada, donde se sellarán sus juntas para permitir que interactúen solidariamente unos con otros para soportar la totalidad de las cargas.

El adoquín ha demostrado ser una excelente alternativa para los pavimentos, y permite el desarrollo segmentado en función de las necesidades de crecimiento de la producción vial. [Ghafoori and Mathis 1998]

2.1.2 Los Adoquines en la historia

El origen se remonta a Cerca del 3000 A.C., donde se construyeron pisos de piedra en Creta. Para el 500 A.C., Roma había desarrollado pavimentos con bases granulares estabilizadas y rodadura de piedra.[Ackerstone 2003]

La historia de los pavimentos de adoquines tiene sus orígenes hace más de 20 siglos en el empedrado. Su aparición se debió a la necesidad sentida por el hombre de tener vías durables, limpias y seguras, que le permitieran un desplazamiento rápido en cualquier época del año.

A la vez que se perfeccionaban los carros de tracción animal, también se buscó una superficie de rodamiento continua que permitiera un tránsito más cómodo; para lograr esto se abandonó la práctica de colocar las piedras en estado natural y se les comenzó a tallar en forma de bloques para obtener un mejor ajuste entre los elementos, esta simple acción dio lugar al surgimiento del primer pavimento de adoquines. [Ackerstone 2003]

La construcción de los pavimentos de piedra continuó hasta comienzos del siglo XX y no pocos aún se encuentran en servicio y en buen estado, lo cual atestigua su durabilidad.

Al comenzar la reconstrucción de Europa, tras la Segunda Guerra Mundial, la arcilla cocida se dedicó a la construcción de viviendas, por lo que se comenzaron a fabricar también en moldes individuales adoquines de concreto.

Estos últimos pronto mostraron grandes ventajas sobre los de arcilla, en especial, por su durabilidad. Más tarde, Alemania impulsó el desarrollo de las máquinas vibro compresoras para elaborar en serie piezas de concreto, con lo cual se industrializó la producción de los adoquines, popularizándolos por todo el mundo. [Rada et. al. 1990]

El éxito de los pavimentos de adoquines de concreto se basó en su amplio rango de aplicación, pues pueden utilizarse en andenes, zonas peatonales, plazas, en las vías internas de urbanizaciones, calles y avenidas, con un tráfico vehicular que va de unos pocos automotores ligeros, hasta donde circula un gran número de camiones pesados; en zonas de carga, patios de puertos y plataformas de aeropuertos. [Ghafoori and Mathis 1998]

2.1.3 Ventajas y aplicación de los Adoquines

- Capa de rodadura segmentada, compuesta por adoquines duraderos y recuperables, con una vida útil prolongada, que se pueden utilizar una y otra vez.
- Fáciles de reparar, sin dejar huella y de manera económica, ideales para vías que no tengan completas las redes de servicio.
- Su construcción requiere de poca maquinaria (placa vibro-compactadora o rana) y de herramientas sencillas, por lo cual se pueden construir por tramos de manera económica.
- Fabricación y colocación de adoquines, intensiva en mano de obra o altamente automatizada.
- Mejor alternativa técnica y económica para muchas comunidades, en especial si aportan mano de obra.
- Los materiales de la rodadura llegan listos con control de calidad previo.
- No hay procesos térmicos ni químicos que demoren la construcción y puesta en servicio.
- Se puede construir y poner en servicio el mismo día.
- No tienen juntas dominantes.
- Se adaptan a las curvas y pendientes de las vías.

- El color, tamaño, forma, patrón de colocación y acabado permiten superficies variadas y agradables.
- Se puede colorear el concreto para incorporar señales de tránsito y dibujos, tan duraderos como el pavimento mismo.
- Diseño por métodos racionales, para cualquier tipo de tráfico, en volumen y magnitud.
- Pueden brindar gran capacidad estructural y bella apariencia, e imprimir sentido de orden y limpieza.

2.2 Flujograma de la producción de adoquín

2.2.1 Selección de los materiales

- Agregado fino y grueso (Diferentes Bancos).
- Cemento Portland (IP-40).
- Agua libre de impurezas.

2.2.2 Disponibilidad de equipos

- Mezcladora.
- Maquinaria para producir adoquín.
- Mesa vibradora.
- Molde metálico de adoquín.

2.2.3 Dosificación y mezclado

- Se dosifica en peso cemento: arena: grava.
- Se vierte los componentes en mezcladora.
- Se agrega el agua necesaria para alcanzar la relación a/c.

2.2.4 Moldeado y fraguado

- Se procede a llenar el molde.
- El vibrado se mantiene hasta observar una película de agua en la superficie.



- El desmolde se debe realizar con cuidado sobre una superficie plana, evitando golpear la unidad.
- Evitar el manipuleo de los bloques.

2.2.5 Curado

Se debe realizar el curado de los adoquines mediante riego con agua, como normalmente se realiza en fábrica.

2.2.6 Muestreo y control de calidad al producto final

- Ensayos de Resistencia:
 - Flexión.
 - Compresión.
 - Desgaste.

2.3 Definiciones del adoquín de hormigón tipo doble S

Elementos estructurales de hormigón prefabricado, con paredes onduladas verticales, que se ajustan bien para conformar una superficie trabada.

2.3.1 Arista

Parte de un adoquín donde se intersectan dos de sus caras. Pueden ser biseladas, redondeadas o en forma de curva.

2.3.2 Longitud total

Lado mayor del rectángulo de menor área capaz de abarcar el adoquín, excluyendo cualquier elemento espaciador.

2.3.3 Anchura total

Lado menor del rectángulo de menor área capaz de abarcar el adoquín, excluyendo cualquier elemento espaciador.

2.3.4 Espesor

Distancia entre la cara base y la cara vista del adoquín.

2.3.5 Elemento espaciador

Pequeño perfil saliente situado en la cara lateral de un adoquín.

2.3.6 Cara vista

Superficie prevista para que quede a la vista en condiciones de uso.

2.3.7 Cara base.

Superficie inferior, generalmente paralela a la cara vista, que está en contacto con el suelo tras su colocación.

2.3.8 Capa superficial (doble capa)

Capa de hormigón en la superficie del adoquín, de diferentes materiales y/o propiedades respecto a la estructura principal o capa de apoyo.

2.3.9 Maquinaria y equipo para la producción de adoquines tipo doble S

La maquinaria para elaborar adoquines está constituida por sistemas de compresión, moldeo y vibración.

El sistema de vibro-compresión está compuesto por una palanca de primera clase constituida por un contrapeso, que es activado por la fuerza del operador en el momento de comprimir el hormigón en el molde.

El sistema de moldeo está constituido por cinco brazos que rotan sobre el eje vertical de la maquinaria. Cada brazo presenta aberturas para alojar los moldes de adoquín, estos brazos giran sobre su mismo eje con propósito de cargar el hormigón en molde y desmoldar el adoquín producido.

El sistema de vibración está conformado de un mecanismo de rotación que consta de un motor, que se encarga de transmitir el movimiento mediante poleas y correas de transmisión a un eje de levas, el cual está dispuesto en la parte inferior de la mesa vibradora. La rotación del eje de levas es la encargada de producirla vibración en la mesa, esta agitación se transmite al molde, haciendo posible la compactación del hormigón.

La maquinaria que acompaña a la producción del adoquín es la mezcladora, encargada de realizar la revoltura y mezcla de los componentes del hormigón.

Los moldes de los adoquines como parte del equipo, están realizados de placas verticales de acero con ondulación tipo doble S, al igual que los platos de aluminio que se disponen en parte interior del molde que sirve como base.

Otros componentes son las tablillas para la base de los adoquines desmoldados, las que a su vez se colocan, luego del desmolde y posterior fraguado, sobre las carretillas para el respectivo transporte de adoquines.

2.4 Componentes del hormigón

2.4.1 Hormigón

El hormigón es el resultado de la mezcla de cemento, agua, agregados y una pequeña cantidad de aire, además de posibles aditivos. El hormigón es el material de construcción que tiene la propiedad de ser moldeado debido a sus propiedades de consistencia y docilidad en estado fresco.

2.4.2 Cemento

Polvo finísimo, de color gris, que mezclado con agua forma una pasta que endurece tanto bajo el agua como el aire. El componente principal del cemento es el clínker, compuesto por materias primas de tipo calizo y arcilloso.

2.4.3 Agregados

Los agregados son materiales pétreos, compuestos de partículas duras, de forma variada y tamaño estables, que pueden ser de origen ígneo, sedimentario o metamórfico.

Es el componente inerte del concreto, que representa entre un 65% y un 80% de su volumen y tiene dos funciones principales:

- Proveer una masa de partículas aptas para resistir la acción de cargas aplicadas, la abrasión, el paso de la humedad y la acción climática.
- Resistir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento y los cambios de humedad de la pasta de cemento.

Debe prestarse una gran atención a la selección y control de los agregados a utilizarse ya que de sus características dependen muchos factores tales como:

- Docilidad del concreto u hormigón fresco.
- Resistencia del concreto u hormigón endurecido.

- Durabilidad de las estructuras.
- La economía de las mezclas.

2.4.4 Agua de amasado

El agua desempeña dos roles en su calidad de componente del concreto, el primero es que participa en el proceso de hidratación del cemento, el cual no puede tener lugar sin su presencia y luego otorga la trabajabilidad necesaria al concreto, siendo determinante para definir su fluidez. En consecuencia, es un componente fundamental del concreto, ya que su presencia condiciona tanto el desarrollo de las propiedades en estado fresco, como en la etapa de endurecimiento (porosidad, retracción y resistencia).

2.5 Hormigón fresco y sus propiedades

El hormigón fresco resultado de la mezcla de sus componentes es el estado en el cual el hormigón puede trabajarse, compactarse y moldearse. Esta fase termina con el inicio de fraguado del cemento.

Las propiedades del hormigón fresco se caracterizan por la docilidad, consistencia, exudación y densidad, características del hormigón que definen su calidad.

2.5.1 Consistencia

La consistencia es la menor o mayor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse. Esta propiedad del hormigón puede medirse de acuerdo al grado de consistencia del mismo, desde fluidas hasta extremadamente secas, mediante los métodos del cono de Abrams y el consistómetro Vebe.

Tabla 4 Consistencias - Vebe

| Consistencias | Cono (mm) | Vebe (ASTM C 1170) | |
|----------------------------|--------------|--------------------|-----------------------------|
| | | Seg. ° Vebe | Método de Ensayo |
| Extremadamente Seca | -- | 32-18 | A con sobrecarga |
| Muy Rígida | -- | 18-10 | |
| Rígida | 0-25 | 10-5 | |
| Plástica -Rígida | 25-75 | 5-3 | B sin sobrecarga |
| Plástica | 75-125 | 3-0 | |
| Fluida | 125-180 | -- | |

Fuente: Extraída de la Norma ASTM C 1170

Factores que influyen en la consistencia:

- Forma y textura de las partículas.
- Contenido y tipo de cemento.
- Contenido de agua.
- Uso de adiciones.
- Temperatura.
- Intensidad y tiempo de mezclado.
- Tiempo de medición.

2.5.2 Docilidad

La docilidad es la aptitud de un hormigón para ser puesto en obra con los medios de compactación que se dispone. La facilidad de mezclado, transporte, colocación, compactación y terminación del hormigón en las estructuras con mínima segregación, identifica un hormigón con buenas propiedades.

2.5.3 Densidad

La densidad del hormigón fresco es la masa en Kg. por m³ de hormigón fresco, normalmente compactado, incluyendo los vacíos que se incorporan en la masa de hormigón.

La disminución de la densidad del hormigón fresco puede indicar una mayor incorporación de aire en forma de poros y vacíos o de agua, que afectarán a la resistencia del hormigón.

2.6 Generalidades sobre mezclas secas

Los concretos de asentamiento nulo (mezclas secas) son muy empleados en la prefabricación, con un mínimo de plasticidad, que pueden no tener ningún asentamiento en el Cono de Abrams, por lo cual este tipo de ensayo no es de utilidad. En algunos casos puede resultar útil la prueba con el consistómetro Vebe. Para su colocación en moldes o encofrados, estos concretos requieren alta energía de vibración o compactación, con vibradores externos o con mesas vibratorias, y en ocasiones con tapas sobre los encofrados, en las que se colocan vibradores adosados.

2.6.1 Métodos para la medición de la consistencia en mezclas secas

La trabajabilidad es la propiedad del concreto la cual determina la facilidad para ser mezclado, colocado, consolidado y acabado.

No existe hoy en día una única prueba para demostrar esta propiedad en términos cuantitativos, básicamente es demostrada por algunos tipos de pruebas para consistencia y así llegar a definir un índice de trabajabilidad. La consistencia puede ser definida como la humedad necesaria de una mezcla de concreto para fluir. La prueba de revenimiento es uno de los métodos más conocidos para determinar la consistencia y representa una de las pruebas básicas según lo establece el ACI. El rango de mezclas trabajables puede llegar a ser ampliado por técnicas de consolidación las cuales imparten gran energía dentro de la masa al ser consolidada. El aparato Vebe, el aparato factor de compactación y la mesa "Thaulowdrop" son parte del equipo de laboratorio capaces de generar datos muy útiles para concretos secos.

2.6.2 El aparato Vebe

Las partes principales consisten en una mesa vibratoria, un contenedor simple, cono de revenimiento, plato plástico y una vara graduada con un peso superpuesto.

La prueba de consistencia es el tiempo de vibrado en segundos requerido para que el cono truncado de concreto cambie de forma. Este tiempo es directamente proporcional a la energía utilizada en la muestra a compactar. En mezclas muy secas, este método es extremadamente sensitivo para diferencias de consistencia.

El método de ensayo para determinar la consistencia de la mezcla seca, será según la norma ASTM C-1170. Para hormigones de asentamiento nulo será empleada la mesa Vebe en un todo de acuerdo con la metodología definida en ACI 211.3.75 "Hormigones de Asentamiento Nulo".

2.6.3 Prueba Thaulow Drop.

La operación de la mesa Drop es similar al aparato Vebe, la prueba consiste en la transformación de un cono truncado de concreto moldeado anteriormente.

La energía de transformación es obtenida por los sucesivos golpes de la mesa y la medida utilizada, es decir la medida para definir la consistencia es el número de revoluciones producidas por la manivela (cuatro golpes por revolución). Este aparato, para mezclas muy secas, no es tan sensitivo para generar datos en comparación con el Vebe.

La interrelación de estos métodos se muestra en la siguiente tabla generada en el ACI211. Nótese que el aparato Vebe o la mesa de revoluciones (Table Drop) pueden generar medidas de consistencia en mezclas muy secas.

Tabla 5 Comparación de medidas de consistencia por varios métodos.

| Descripción consistencia | Revenimiento (cm) | Vebe (seg) | Factor compactación | Thaulow Drop (revoluciones) |
|--------------------------|-------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Extrema - seca | --- | 32 – 18 | --- | 112 – 56 |
| Muy denso | --- | 18 – 10 | 0.70 | 56 – 28 |
| Denso | 0 – 2.5 | 10 – 5 | 0.75 | 24 – 14 |
| Denso - plástica | 1 – 7.5 | 5 – 3 | 0.85 | 14 – 7 |
| Plástica | 7.5 – 12.5 | 3 – 0 | 0.90 | Menor 7 |
| Fluida | 12.5 – 17.5 | --- | 0.95 | --- |

Fuente: Datos de tabla ACI 2.3.1 (a). Del ACI 211.1-74

2.7 Dosificación del Hormigón

El uso de mezclas secas de concreto en nuestro medio es poco frecuente, básicamente se limita a procesos productivos en Plantas Industrializadas en donde se requiere eliminar formaletas o desmoldar lo más pronto posible.

Lo anterior genera un alto grado de incertidumbre en todo lo referente al diseño, control y recomendaciones posteriores en este tipo de concreto, pero se debe tener en cuenta que el ACI dedica información para este tipo de mezcla y además se cuenta con normas Europeas.

Dentro de la gama de elementos prefabricados que existen en nuestro medio, encontramos los adoquines, cuya fabricación es sobre a base de concretos secos o de revenimiento nulo.

Este tipo de mezcla tiene la particularidad de requerir de energía adicional para su compactación y consolidación respectivamente, de modo que se hace evidente que hablamos de procesos productivos industriales.

Para realizar la dosificación de hormigones secos se requiere que se tome en cuenta varios aspectos como ser:

- La resistencia característica que se quiere obtener en el elemento prefabricado.
- La relación Agua cemento
- La cantidad de cemento.
- La cantidad de agua en la mezcla.
- El tamaño máximo de agregado.
- El medio de compactación.

También existen recomendaciones para realizar dosificaciones para hormigones secos como ser las planteadas por normas extranjeras.

2.7.1 Métodos para dosificar hormigones secos

El proceso de producción de adoquines de hormigón requiere que el elemento prefabricado, sea desmoldado inmediatamente luego del vibrado, para lo que debe presentar buena cohesión, al mismo tiempo debe poseer estabilidad en su forma y dimensiones.

La referencia para obtener hormigones secos con cualidades aptas para elaborar adoquines se basa en métodos de la ACI 211.

2.7.2 Método ACI 211

El método ACI.211 se funda en el hecho de que para un tamaño máximo dado de agregado, el contenido de agua en kilogramos por metro cúbico determina la trabajabilidad de la mezcla independientemente de las proporciones de la mezcla.

El ACI 211 establece de manera aproximada la cantidad de agua requerida solo para concretos en estado de rigidez-plástica, plástica y fluida. (El contenido relativo para las tres consistencias es de 92,100 y 106 %. Ver Tabla 6).

Thaulow extiende este concepto al promedio relativo de contenido de agua incluyendo mezclas rígidas. Estas se muestran en la tabla ACI 211.1-74 (Tabla 6).

Tabla 6 Relación aproximada del % de contenido de agua para diferentes consistencias.

| Descripción Consistencia | Thaulow table | Datos ACI 211.1.74 |
|--------------------------|---------------|--------------------|
| Extremadamente seca | 78 | --- |
| Muy denso | 83 | --- |
| Denso | 88 | --- |
| Denso – Plástica | 93 | 92 |
| Plástica | 100 | 100 |
| Fluida | 106 | 106 |

Fuente: ACI 211.1-74

En una serie de pruebas de laboratorio conducidas por el comité ACI, se limitó el tamaño máximo de los agregados a 3/8 pulg. (9.5mm.) y 1 ½ pulg. (38mm.), el contenido de agua relativa para los seis diferentes niveles de consistencias es comparado con el sugerido por Thaulow.

El comité ACI admite de manera limitada, que dichas pruebas son suficientes para justificar las recomendaciones de la tabla 6.

Estas recomendaciones son las cantidades de agua requeridas.

Tabla 7 Requerimientos aproximados de agua de mezclado para diferentes consistencias y tamaños máximos del agregado.

| Descripción | Vebe (seg.) | Rev. (pulg.) | Contenido Agua (%) | Agua en kg/m ³ de concreto para los tamaños máximos del agregado indicados | | | | |
|---|-------------|--------------|--------------------|---|------|------|-------|------|
| | | | | 10mm | 15mm | 20mm | 25mm | 40mm |
| Concreto sin aire incluido | | | | | | | | |
| Extremo seco | 32 - 18 | --- | 78 | 178 | 169 | 157 | 148 | 139 |
| Muy denso | 18- 10 | --- | 83 | 187 | 187 | 169 | 157 | 148 |
| Denso | 10- 5 | 0-1 | 88 | 199 | 193 | 178 | 169 | 157 |
| Denso plástico | 5-3 | 1-3 | 92 | 208 | 199 | 187 | 178 | 163 |
| Plástico | 3-0 | 3-5 | 100 | 228 | 217 | 199 | 193 | 178 |
| Muy plástico | --- | 5-7.5 | 106 | 243 | 228 | 214 | 208 | 187 |
| Porcentaje de aire atrapado | | | | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 | 1 |
| Concreto con aire incluido | | | | | | | | |
| Extremo seco | 32 - 18 | --- | 78 | 157 | 148 | 13 | 9 133 | 125 |
| Muy denso | 18-10 | --- | 83 | 169 | 157 | 148 | 139 | 133 |
| Denso | 10-5 | 0-1 | 88 | 178 | 169 | 157 | 148 | 139 |
| Denso plástico | 5-3 | 1-3 | 92 | 187 | 175 | 166 | 157 | 148 |
| Plástico | 3-0 | 3-5 | 100 | 202 | 193 | 178 | 178 | 157 |
| Muy plástico | --- | 5 - 7.5 | 106 | 217 | 208 | 193 | 187 | 169 |
| Porcentaje recomendado de aire atrapado | | | | 8 | 7 | 6 | 5 | 4.5 |

Fuente: Datos con base en la tabla 2.3.1(c) del ACI 211.1.74

La cantidad de agua por unidad de volumen de concreto requerida para producir una mezcla de consistencia deseable está influenciada por el tamaño máximo, forma de la partícula, la graduación del agregado y el contenido de aire atrapado.

La graduación del agregado es un importante parámetro en la selección de la proporción de un concreto industrial para fabricación de elementos prefabricados.

Es notoria la necesidad en este concreto de una alta cohesión, lo cual se obtiene por medio de una cuidadosa selección de la gradación del agregado fino.

La selección de la relación agua-cemento depende del esfuerzo requerido. La tabla #8 provee una información inicial para obtener el dato requerido. Utilizando la relación agua cemento máxima permisible y la cantidad de agua requerida en la mezcla detallada en la tabla #6, se obtiene la cantidad de cemento requerido dividiendo el dato primero entre el dato obtenido de la tabla #6.

Tabla 8 Relación agua-cemento para varios datos de esfuerzo del concreto

| Esfuerzo a compresión a los 28 días, en Mpa. | Relación agua-cemento, por peso | |
|--|---------------------------------|-----------------------------|
| | Concreto con aire contenido | Concreto sin aire contenido |
| 50 | 0.33 | --- |
| 45 | 0.38 | --- |
| 40 | 0.43 | 0.34 |
| 35 | 0.48 | 0.4 |
| 30 | 0.55 | 0.46 |
| 25 | 0.62 | 0.53 |
| 20 | 0.7 | 0.61 |
| 15 | 0.8 | 0.71 |

Fuente: Tabla 3.4.3 del ACI 211.1.74

La cantidad de agregado grueso por unidad de volumen de concreto puede ser utilizada de manera consistente con la adecuada "Placability". Placability se define como la habilidad de consolidar adecuadamente la mezcla con el mínimo esfuerzo físico o mecánico en el tiempo.

La cantidad de agregado grueso puede determinarse de una mejor manera como resultado de investigaciones en laboratorios, utilizando los materiales del plan de trabajo, con un posterior ajuste en la planta.

La tabla 9 provee un buen estimado de la cantidad de agregado grueso para diversos tipos de concretos obteniendo así un alto grado de trabajabilidad conveniente para el refuerzo usualmente utilizado en la construcción.

Tabla 9 Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto para una consistencia plástica.

| Tamaño máximo nominal de agregado (mm) | Volumen de agregado grueso compactado-envarillado por m ³ de concreto para varios módulos de finura. | | | | |
|--|---|------|------|------|------|
| | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.0 | 3.2 |
| 10 | 0.5 | 0.48 | 0.46 | 0.44 | 0.42 |
| 15 | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 | 0.51 |
| 20 | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.6 | 0.58 |
| 25 | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 | 0.63 |
| 40 | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.7 | 0.68 |

Fuente: Tabla 3.4.3 del ACI 211.1.74

2.7.3 Parámetros de dosificación

Los parámetros considerados para la dosificación del hormigón se basan en los procedimientos de la ACI y requerimientos para la fabricación de adoquines, siendo la característica principal del hormigón la consistencia seca que debe presentar el hormigón.

Las condiciones para realizar la dosificación de hormigón requieren de información con relación a los materiales y especificaciones que se resumen en:

- Contenido de Cemento.
- Relación agua cemento.
- Tamaño máximo de agregado.
- Granulometría del agregado.
- Contenido de aire.
- Asentamiento.
- Correlación entre resistencia con la relación agua cemento.
- Determinación de porcentajes de agregados para definir las fracciones en la mezcla.

2.7.4 Procesamiento de datos para dosificación

El cálculo necesario para realizar la dosificación y obtener las proporciones de las mezclas se realiza mediante la siguiente secuencia:

2.7.4.1 Dosificación de porcentajes

La fracción planteada para la investigación contempla agregados para diferentes tamaños máximos, con granulometría que prevé la combinación de arena, gravilla y grava. Para determinar

los porcentajes de combinación de agregados de acuerdo a granulometría especificada se aplica técnicas para unir varios áridos.

2.7.4.2 Descripción de los métodos para unir distintas fracciones de áridos

Existen diferentes métodos para unir fracciones de áridos gruesos y finos, para obtener una granulometría adecuada destinada para realizar dosificaciones de hormigón.

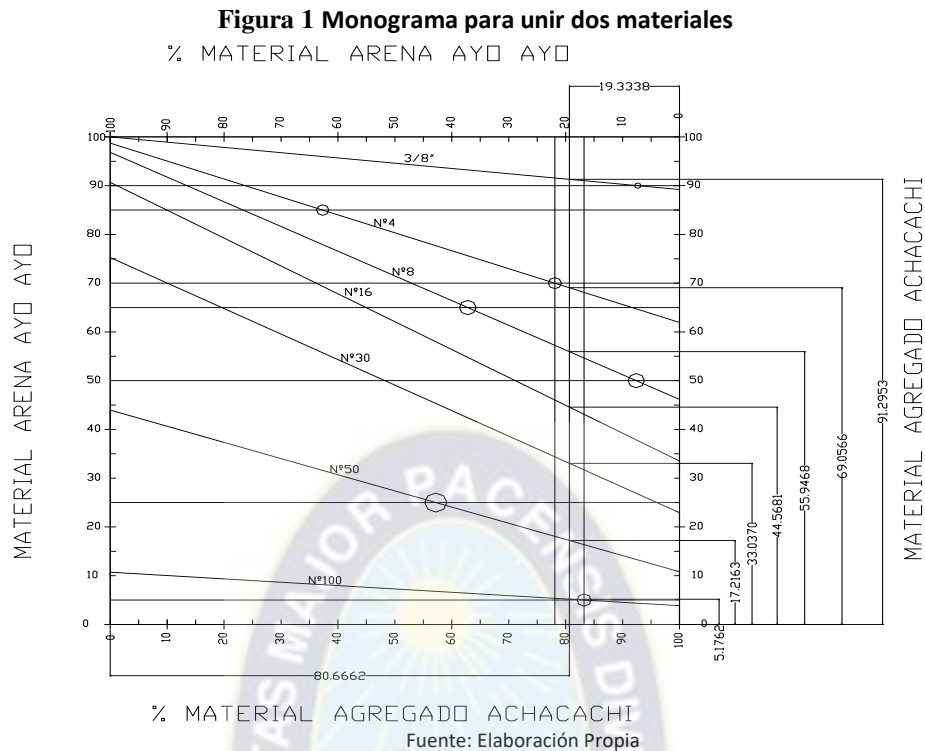
Estos métodos resultan ser una herramienta útil para unir varias fracciones de áridos, siendo posible por ejemplo unir grava, gravilla y arena de acuerdo a una granulometría exigida.

Las especificaciones para los áridos están normadas dentro de límites estrechos, siendo curvas granulométricas cortas lo cual obliga a que de un modo racional se pueda unir en casi todos los casos fracciones de áridos finos y gruesos para dosificar correctamente un hormigón.

2.7.4.2.1 Método del Monograma para unir dos materiales

Es un método muy sencillo que se utiliza para unir dos materiales mediante un gráfico y tiene mucha aplicación sobre todo cuando nos encontramos en presencia de un árido que no cumpla una especificación granulométrica y es necesario adicionar una determinada proporción de otra fracción de árido para que aquel cumpla la especificación.

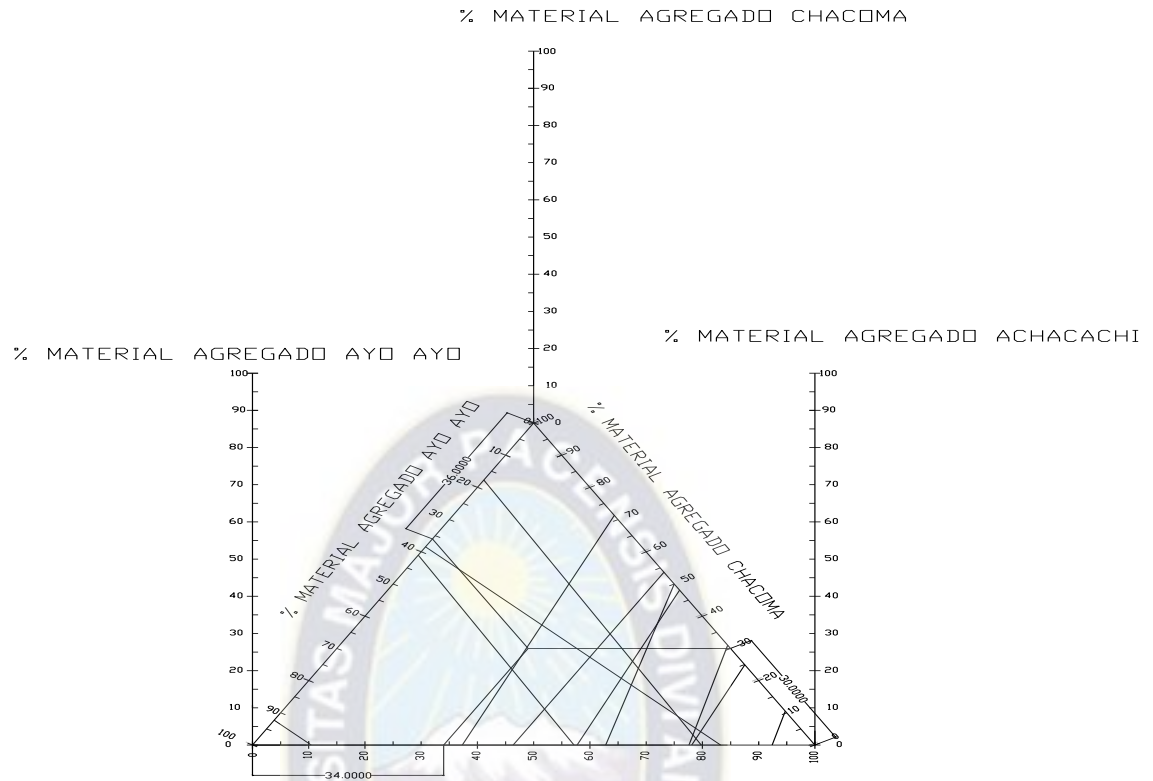
Para el uso de este método, siempre se utiliza los dos valores máximos y mínimos de la especificación requerida, aunque también se puede utilizar como referencia un solo valor medio o curva granulométrica.



2.7.4.2.2 Método gráfico del Triángulo de Feret

Este método gráfico basado en las proyecciones obtenidas de planos en el espacio sobre un triángulo equilátero, permite determinar un área, donde un punto de la misma, de acuerdo con los estudios de Feret, nos da las proporciones óptimas en que deben mezclarse tres fracciones de áridos para que cumplan una curva granulométrica ideal o una especificación dada.

Se utiliza un triángulo equilátero, en cuyos lados se trazan escalas que van de 0 a 100 y en las cuales se leerá el por ciento correspondiente a cada material en la mezcla. En los vértices del triángulo se levantan tres perpendiculares A, B y C de igual longitud que los lados de este y que llevarán escalas de 0 a 100 en por cientos y se utilizarán para representar los por cientos pasados de la granulometría de cada fracción.

Figura 2 Triángulo de Feret

Fuente: Elaboración Propia

2.7.4.3 Resistencia media requerida (f_r)

La resistencia media requerida se determina utilizando la siguiente fórmula.

Fórmula 1 Resistencia media requerida

$$f_r = R_c + S \cdot t$$

Donde:

R_c = Resistencia especificada.

S = Desviación estándar.

t = Nivel de confianza.

2.7.4.4 Relación agua cemento (A/C)

La relación para mezclas de consistencia seca normalmente se encuentra en rango de 0.33 a 0.55, valores de referencia que permiten hallar la razón de agua y cemento en la mezcla.

2.7.4.5 Cemento (C)

La cantidad de cemento a utilizar viene definida de acuerdo al alcance del estudio en cantidades fijas de 250, 300 y 350 [Kg/m³] de hormigón.

2.7.4.6 Agua (A)

La cantidad de agua a ser utilizada viene determinada por la fórmula.

Fórmula 2 Cantidad de Agua

$$a = \left(\frac{a}{C}\right) * C$$

Donde:

(a/c) = Relación agua cemento.

C = Cantidad de cemento que se utiliza.

2.7.4.7 Aire

La cantidad de aire incorporada en la mezcla se basa en las recomendaciones de la ACI que contempla la cantidad de aire en la mezcla dependiente del tamaño máximo de agregado.

2.7.4.8 Volumen y cantidad de los áridos

El volumen de los áridos utilizados en la mezcla se determina utilizando la siguiente expresión:

Fórmula 3 Volumen de Áridos en función del agua y cemento

$$V_{ag} = 1 - (V_a + V_c + V_v) = 1 - \left(\frac{P_a}{\gamma_a * PU_a} + \frac{P_c}{\gamma_c * PU_c} + \frac{\%v}{100} \right)$$

Fórmula 4 Volumen de Áridos en función de la arena y grava

$$V_{ag} = \frac{P_{ag}}{100 * PU_a} * \left(\frac{\%A}{\gamma_A} + \frac{\%G}{\gamma_G} \right)$$

Determinado el volumen de agregado total e igualando las expresiones se obtiene el peso de agregado:

Fórmula 5 Peso seco de Agregado total

$$P_{ag} = \frac{PU_a - \left(\frac{P_c}{\gamma_c} + \frac{P_a}{\gamma_a} + PU_a * \frac{\%v}{100} \right)}{\frac{\%A}{\gamma_A} + \frac{\%G}{\gamma_G}} * 100$$

Donde:

- Vag: Volumen ocupado por los agregados.
 Va : Volumen ocupado por el agua
 Vc: Volumen ocupado por el cemento
 Vv: Volumen ocupado por vacíos
 Pc: Cantidad de cemento en Kg/m³Hº.
 Pa: Cantidad de agua en Kg/m³Hº.
 γ_a : Peso específico de agua
 γ_c : Peso específico de cemento
 γ_A : Peso específico seco de agregado fino
 γ_G : Peso específico seco de agregado grueso
 PUa . Densidad del agua
 %A : Porcentaje de agregado fino en la mezcla
 %G : Porcentaje de agregado grueso en la mezcla
 Pag : Peso seco total de los agregados

2.8 Ensayos del hormigón endurecido

2.8.1 Resistencia a flexión.

Es la medida de la resistencia mecánica a flexión del adoquín de hormigón.

La resistencia a flexión de adoquín de hormigón está sujeta a la calidad de hormigón, compactación, curado, uniformidad de sección transversal, dimensiones, edad de ensayo y longitud de apoyo.

Fórmula 6 Tensión de Rotura

$$\sigma = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Donde:

- σ = Tensión de rotura.
 P = Carga de rotura.
 L = Longitud entre los apoyos.
 b = Base de rotura de adoquín (ancho)
 h = Altura de adoquín.

Norma de referencia: ICONTEC2017 - RESISTENCIA A FLEXION

2.8.2 Resistencia a Compresión.

Es la medida de la resistencia mecánica a compresión del adoquín de hormigón. Norma de referencia ASTM C 140.

2.8.3 Resistencia al desgaste superficial por abrasión.

La abrasión del hormigón consiste en el desgaste del mismo debido a las acciones de tipo mecánico provocadas por el aire, el agua, la acción de elementos granulares y fricción (tránsito vehicular, peatonal, etc.)

En función del grado de afectación, el desgaste puede ocasionar que la estructura deje de cumplir alguna de las funciones para las que había sido proyectada.

La resistencia al desgaste por abrasión se determina midiendo el desgaste producido en la cara vista del adoquín, al ser sometido a desgaste por rozamiento de un disco de acero y material abrasivo.

Como resultado del ensayo se dan los siguientes valores, expresados en mm. con una cifra decimal:

El desgaste de cada probeta se expresará con la siguiente fórmula:

Fórmula 7 Desgaste de la probeta

$$D = E_i - E_f$$

Donde:

D = Desgaste por abrasión

E_i = Promedio de espesor inicial

E_f = Promedio de espesor final (después de ensayo)

El valor de D para desgaste debe ser menor a 1.5 mm según la norma IRAM 1522 utilizado como referencia.

2.9 Análisis estadístico

El hormigón es un material variable, las variaciones surgen por la falta de uniformidad de sus agregados, de su proporcionamiento y de los métodos de prueba aplicados. Esta variabilidad debe tomarse en cuenta al especificar la resistencia del concreto y la única forma racional de hacerlo es por métodos estadísticos.

Para realizar el control de calidad de cualquier material por métodos estadísticos, se requiere determinar la característica del material, que será revisada para evaluar si se encuentra en valores aceptables. Para esta revisión será necesario obtener mediante pruebas, los valores que tienen dicha característica del material en algún momento o lugar de colocación, seleccionado aleatoriamente.

2.9.1 Estimación del error

El error aleatorio puede estimarse por la varianza muestral a partir de la fórmula:

Fórmula 8 Varianza muestral

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

También podemos valorar en el experimento el error estándar de la media mediante:

Fórmula 9 Error estándar

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Además el coeficiente de variación de la media se halla por la expresión:

Fórmula 10 Coeficiente de variación

$$CV_{\bar{x}} = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{X}}$$

Las expresiones descritas nos dan una idea de la precisión y la exactitud de los resultados experimentales.

2.9.2 Depuración de datos de una muestra

Al realizar observaciones de mediciones u otra forma de seleccionar una muestra, existe la posibilidad de tener un valor o varios de carácter anómalo o atípico. Para el análisis de depuración se realiza las siguientes pruebas:

Eliminar un dato atípico: Un valor atípico en la muestra se calcula el valor del estadígrafo por:

Fórmula 11 Valor Atípico del estadígrafo

$$q_m = \max\left(\frac{X_{\max} - X}{S}; \frac{X - X_{\min}}{S}\right)$$

Si el valor de la muestra supera el valor tabulado q_m se elimina el dato estadístico.

Muestra con más de un valor atípico: Se basa en comparar los valores obtenidos con el coeficiente de apuntalamiento de la muestra CAp , dado por:

Fórmula 12 Coeficiente de Apuntalamiento

$$CAp = \frac{\sum (X_i - X)^4}{nS^4}$$

Se admiten datos atípicos en la muestra si CAp supera el valor tabulado.

Tabla 10 Tabla para el test de valores atípicos

| | n | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| γ | 0.05 | 1.71 | 1.89 | 2.02 | 2.13 | 2.21 | 2.29 | 2.41 | 2.55 | 2.71 |
| | 0.01 | 1.76 | 1.97 | 2.14 | 2.28 | 2.38 | 2.48 | 2.63 | 2.81 | 3 |

Fuente: Metodología de la Investigación y Diseño Estadístico de Experimentos García / Mesa

Tabla 11 Tabla para el test de apuntamiento

| | n | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|---|------|------|------|------|
| γ | 0.05 | 2.9 | 3.9 | 4.1 | 4.1 | 4 | 3.99 | 3.87 | 3.77 | 3.57 |
| | 0.01 | 3.1 | 4.8 | 5.1 | 5.2 | 5 | 4.88 | 4.59 | 4.39 | 3.98 |

Fuente: Metodología de la Investigación y Diseño Estadístico de Experimentos García / Mesa

2.9.3 La homogeneidad de varianzas

Es un Test para la estimación del error aleatorio de los datos obtenidos. Los tests mas utilizados son la prueba de Cochran (para muestras de igual tamaño), y otro como la prueba de Bartlett.

Prueba de Cochran: Es útil para detectar si una varianza es mucho más grande que las otras y se basa en el siguiente estadígrafo:

Fórmula 13 Prueba de Cochran

$$G_c = \frac{\max_i S_i^2}{\sum_{i=1}^n S_i^2}$$

Donde: S_i^2 es la variancia muestral correspondiente a la iésima muestra.

La hipótesis nula de la igualdad de varianza se rechaza si $G_c > G_T$, donde G_T se selecciona de la tabla que se encuentra en anexo.

La prueba descrita anteriormente permite valorar una de las hipótesis que se plantea al usar el procedimiento estadístico conocido como análisis de varianza (ANOVA).

2.9.4 Análisis de Varianza

Esta técnica estadística fue desarrollada por R.A. Fisher, su análisis permite compararlas medias de las diversas poblaciones y las diferentes partes de la varianza muestral, midiendo en cada parte la variabilidad atribuible a una causa determinada.

En el análisis de varianza como convenio se acostumbra “rechazar la hipótesis” cuando se obtiene un resultado significativo. En este sentido, la hipótesis nula se plantea en términos de no existencia de diferencias significativas.

Esta técnica permite la comparación de un factor a varios niveles, también permite la comparación de dos o más factores a varios niveles. Al probar la interacción puede verse si algunos factores causan un resultado significativo este puede ser:

- 1. No hay interacción entre las poblaciones, pero se obtiene un valor significativo.
- 2. Las dos variables interactúan entre si, y se reconoce de forma correcta el hecho.
- 3. Una variable incontrolable puede tener la suficiente importancia como para aparecer como un efecto de interacción.
- 4. No se obtienen de forma aleatoria los elementos de la muestra.

Si se cumple el principio de aleatoriedad el cuarto factor no tiene lugar. En cualquier experimento debe interesarnos el tercer factor, cuando contenga el modelo efectos de interacción o no.

Los dos primeros factores en el análisis de resultados y en correspondencia con el problema se ponen de manifiesto en el desarrollo del proceso.

2.9.5 Relación entre el ANOVA y el diseño de experimentos

La materialización de la investigación estadística se realiza mediante el análisis de varianza ANOVA, relacionado con los datos obtenidos por medio del plan experimental. Cada diseño experimental tiene asociado un esquema de análisis de varianza, realizando una valoración de los factores que se estudian.

El análisis de características observadas está basado en la modelación matemática a través de un modelo lineal. Se consideran tres tipos de modelos lineales:

- Modelo de efectos fijos: los efectos del modelo lineal pueden representarse por constantes desconocidas.
- Modelo de efectos aleatorios: los efectos pueden ser representados por variables aleatorias.
- Modelo de efectos mixtos: están presentes efectos fijos y aleatorios.

Con la razón F que se obtiene en el análisis de varianza se concluye si existen diferencias o no entre las medias. Sin embargo este proceso no detecta cuales de las medias son responsables de rechazo de igualdad de medias (hipótesis nulas). Si se tiene k medias, es razonable en primer término probar diferencias entre pares posibles. $\frac{k(k-1)}{2}$

En la prueba bimestral no independiente es imposible asignar un nivel de significación. Sin embargo, una de las pruebas estadísticas que salva la dificultad anteriores la prueba de Duncan o Prueba de rango Múltiple. Esta prueba permite realizar comparaciones múltiples entre las medias de los factores estudiados y detecta la existencia o no de diferencias entre los distintos niveles de los factores estudiados.

En la realización de esta prueba se debe distinguir dos casos: Cuando las muestras son de tamaño igual y desigual. En cualquier caso, primero se ordena en forma decreciente las medias que se quieren comparar, luego se construye una tabla de doble entrada donde se calcula la diferencia entre todos los pares de medias en valor absoluto, y se detecta cuáles de ellas difieren.

La tabla se construye de la siguiente forma:

Tabla 12 Tabla de Duncan

| | | | | |
|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | $\bar{y}_{(n-1)}$ | $\bar{y}_{(n-2)}$ | $\bar{y}_{(n-3)}$ | $\bar{y}_{(1)}$ |
| $\bar{y}_{(n)}$ | $\bar{y}_{(n)} - \bar{y}_{(n-1)}$ | $\bar{y}_{(n)} - \bar{y}_{(n-2)}$ | $\bar{y}_{(n)} - \bar{y}_{(n-3)}$ | $\bar{y}_{(n)} - \bar{y}_{(1)}$ |
| $\bar{y}_{(n-1)}$ | . | $\bar{y}_{(n-1)} - \bar{y}_{(n-2)}$ | $\bar{y}_{(n-1)} - \bar{y}_{(n-3)}$ | $\bar{y}_{(n-1)} - \bar{y}_{(1)}$ |
| $\bar{y}_{(n-2)}$ | . | . | $\bar{y}_{(n-2)} - \bar{y}_{(n-3)}$ | $\bar{y}_{(n-2)} - \bar{y}_{(1)}$ |
| . | . | . | . | . |
| $\bar{y}_{(2)}$ | . | . | . | $\bar{y}_{(2)} - \bar{y}_{(1)}$ |

Fuente: Metodología de la Investigación y Diseño Estadístico de Experimentos García Fernández / Mesa Sánchez

A cada diferencia de media le corresponde un número, el cual está determinado por el número de medias adyacentes de las medias usadas para el cálculo respectivo. El rango de cualquier subconjunto de medias muestrales debe exceder un cierto valor antes de que se encuentre que cualquiera de las medias sea diferente. Este valor se identifica como rango menos significativo para las medias y se representa por el estadígrafo:

Para muestra de igual tamaño

Fórmula 14 Rango de medias muestrales

$$R_p = r_p \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

Donde: S^2 = es el cuadrado medio del residuo correspondiente al ANOVA.

n = es el tamaño de la muestra.

Para muestras de diferente tamaño, la diferencia se considera significativa si supera a R_p .

Fórmula 15 Rango de referencia

$$R_p = r_p \sqrt{\frac{S^2}{2} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

Donde: n_i = es el tamaño de las muestras de medias. $\bar{y}_{(i)}$

n_j = es el tamaño de la muestras de medias. $\bar{y}_{(j)}$

La decisión de considerar significativa o no la diferencia de medias es igual al caso anterior.

Los valores de la cantidad r_p llamado el rango estudentizado menos significativo dependen del nivel seleccionado de significación de la prueba y del número de grados de libertad del cuadrado medio del error s^2 .

2.9.6 Análisis del Modelo

El análisis de varianza para el diseño cuando se trabaja con muestras de igual tamaño se describe en la tabla siguiente:

Tabla 13 Análisis de Varianza

| Fuentes de Variación | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrados Medios | Razón F |
|----------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Tratamiento | I-1 | SC Trat | SCTrat / I-1 | CMTrat / Cme |
| Error | I (J-1) | Sce | Sce / I (J-1) | |
| Total | IJ-1 | SCTot | | |

Los términos de tabla se obtienen por las fórmulas:

$$SC_{tot} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J y_{ij}^2 - \frac{T^2}{IJ}$$

$$SC_{Trat} = \sum_{i=1}^I \frac{T_i^2}{J} - \frac{T^2}{IJ}$$

$$SC_e = SC_{tot} - SC_{Trat}$$

$$T_i = \sum_{j=1}^J y_{ij}^2$$

$$T_i = \sum_{i=1}^J T_i = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J y_{ij}$$

Si la razón F supera el valor tabulado de Fisher ($I-1, I(J-1)$) se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que los tratamientos estudiados no producen el mismo efecto.



CAPITULO III : MARCO PRACTICO

3.1 Procedimiento

3.1.1 Exploración y recopilación de información

Debido a la falta de normas bolivianas específicas con relación al diseño y fabricación de adoquines se hace necesaria la búsqueda de material bibliográfico que pueda suplir y complementar la información requerida para realizar un estudio metódico y objetivo de los adoquines.

Esta fase se orientó principalmente a la revisión del material teórico disponible, mediante información de libros y tesis previamente elaboradas por otros investigadores que se han desarrollado en universidades locales y otras universidades del extranjero. También se buscó en páginas de internet, con la finalidad de identificar referencias inherentes al tema en cuestión, para poder someter a escrutinio racional las ideas y datos con los que se contaba localmente.

Asimismo, se obtuvo información sobre vías pavimentadas con adoquín de hormigón en el medio local, a través de la visita a instituciones encargadas del mantenimiento y construcción de estas obras viales.

Otro aspecto primordial en este acápite fue la visita a la fábrica de adoquín, ubicado en la zona de San Roque de la ciudad del Alto para observar el proceso de fabricación de adoquines, las características de los materiales e insumos necesarios para la elaboración del elemento vial en análisis.

Una de las cuestiones ineludibles fue la observación del proceso productivo en la máquina adoquinera, sujetándose a escrutinio esencialmente el tiempo de vibrado, colocado del hormigón en los moldes, la extracción de adoquines del molde, el apilado de adoquines terminados y su posterior curado.

3.1.2 Ensayos para determinar las propiedades Físico-Mecánicas de los agregados

Los agregados que emplea la planta para elaborar adoquines provienen de diferentes regiones, con características propias de acuerdo al banco de agregados.

Los agregados que provienen de diferentes lugares se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 14 Agregados y su procedencia

| AGREGADO | PROCEDENCIA | CARACTERISTICA |
|--------------------|------------------------|--|
| AGREGADO ACHACACHI | COMUNIDAD DE ACHACACHI | AGREGADO COMPUESTO DE ARENA Y GRAVA, EXTRAIDO DE RIO |
| GRAVA VILAQUE | COMUNIDAD DE VILAQUE | GRAVA CHANCADA |
| ARENA CHACOMA | COMUNIDAD DE CHACOMA | ARENA EXTRAIDA DE RIO |
| ARENA AYO AYO | COMUNIDAD AYO AYO | ARENA EXTRAIDA DE CANTERA |

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.1 Obtención y preparación de las muestras

Para determinar las propiedades físico-mecánicas de los agregados se transportó los diferentes agregados al instituto de ensayo de materiales para proceder a la respectiva preparación y cuarteo de los agregados para la realización de posteriores ensayos. Todo esto siguiendo estrictamente lo especificado en la norma ASTM C 702.

3.1.2.2 Acondicionado de agregados

Para el desarrollo de la temática planeada la gradación de los agregados es un parámetro significativo para la producción de adoquines, bajo este requisito se realizó el acondicionamiento de agregados, en planta como en laboratorio, para obtener agregados en tamaño máximo (TMN) N°4 , 3/8 " y 3/4".

3.1.2.3 Granulometría

Luego de efectuar el seleccionado del material y cuarteo correspondiente se procedió al ensayo de granulometría del agregado grueso y fino.

3.1.2.4 Ensayo de agregados

Con los agregados preparados se procede a realizar los respectivos ensayos para identificar las características físicas, mecánicas y otras propiedades.

Los ensayos realizados se resumen en la tabla:

Tabla 15 Agregados, ensayos y su norma.

| MATERIAL | ENSAYO | NORMA DE REFERENCIA |
|---|---------------------------------|---------------------|
| ARENA AYO AYO | GRANULOMETRIA | ASTM C-136 |
| | PESO ESPECIFICO-ABSORCION | ASTM C-127 |
| | TAMIZ N° 200 | ASTM C-117 |
| | PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTO | ASTM C-29 |
| | EQUIVALENTE ARENA | ASTM D 2419 |
| ARENA CHACOMA | GRANULOMETRIA | ASTM C-136 |
| | PESO ESPECIFICO-ABSORCION | ASTM C-127 |
| | TAMIZ N° 200 | ASTM C-117 |
| | PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTO | ASTM C-29 |
| | EQUIVALENTE ARENA | ASTM D 2419 |
| GRAVA y ARENA ACHACACHI TMN 3/8" Y N°4 | GRANULOMETRIA | ASTM C-136 |
| | PESO ESPECIFICO-ABSORCION | ASTM C-127 |
| | TAMIZ N° 200 | ASTM C-117 |
| | PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTO | ASTM C-29 |
| | EQUIVALENTE ARENA | ASTM D 2419 |
| GRAVA VILAQUE TMN ¾" | GRANULOMETRIA | ASTM C-136 |
| | PESO ESPECIFICO-ABSORCION | ASTM C-127 |
| | DESGASTE DE LOS ANGELES | ASTM C-131 |
| | PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTO | ASTM C-29 |

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Dosificación de Hormigones

La dosificación del hormigón se realizó considerando parámetros y requerimientos para la producción de adoquines, siendo la característica principal de la mezcla de hormigón la consistencia seca, que debe presentar el hormigón para fabricar el adoquín.

La dosificación de hormigones plantea la preparación de mezclas en planta, así como en laboratorio bajo las consideraciones siguientes:

- Cantidad de cemento fijo en cantidades de 250,300 y 350 [kg/m³] de hormigón.
- Relación de agua cemento en rango de 0.35 a 0.50.
- Dosificación para diferentes tamaños máximos de agregado (TMN) 3/4", 3/8" y N°4.
- Consistencia seca del hormigón.
- Requerimiento de resistencia bajo referencia de parámetros de normas extranjeras para adoquines en el rango de 25 a 45 [MPa].

- Para el método de dosificación se consideraran como datos de partida la cantidad de cemento y la relación agua cemento (a/c), datos que servirán de base para determinar la cantidad de los diferentes componentes del hormigón.

3.1.3.1 Revolturas de prueba

Proyectar la unión de componentes del hormigón, para obtener una mezcla adecuada, hace que se realicen mezclas de prueba, desarrolladas en laboratorio y la planta fabricadora de adoquines.

La preparación de las mezclas de prueba en laboratorio se enfocó a observar el comportamiento de los hormigones de consistencia seca, definiendo propiedades del comportamiento de la mezcla en condiciones de laboratorio.

Se realizaron mezclas de prueba en la fábrica para obtener hormigones de consistencia seca, con el fin de obtener una mezcla adecuada, que tenga un buen comportamiento en el proceso de producción de adoquines, es decir una mezcla que tenga una humedad óptima, que permita una buena compactación y acabado, cualidades que se puede observar al extraer el adoquín. Cuando el cuerpo del adoquín se deforma en sus caras, muestra que el hormigón presenta un contenido de humedad alto, por el contrario cuando el cuerpo del adoquín presenta agrietamientos y desprendimiento de material se puede evidenciar que la humedad del adoquín no es el adecuado por la falta de adherencia y que la mezcla está en extremo seca.

Las mezclas de prueba brindan un hormigón con característica de humedad óptima o adecuada, que se traducen en el buen acabado del producto con prestaciones mecánicas ulteriores apropiadas.

Un proceso comparativo de mezclas de prueba desarrolladas en laboratorio y planta se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 16 Mezcla de prueba

| DESCRIPCION | LABORATORIO | FABRICA |
|--------------------------------|--|--|
| CONSISTENCIA DEL HORMIGON | Consistencia seca | Consistencia seca |
| DOSIFICACION | 1º Dato de partida cantidad fija de cemento | 1º Dato de partida cantidad fija de cemento |
| | 2º Definir relación a/c | 2º Definir relación a/c |
| | 3º Calcular la cantidad de elementos del hormigón | 3º Calcular la cantidad de elementos del hormigón |
| | 4º Dosificación de hormigón por peso (balanza precisión 1 g) | 4º Dosificación de hormigón por peso (balanza precisión 5 g) |
| EQUIPO MEZCLADORA | Mezcladora del laboratorio (Cap. = 40 litros) | Mezcladora de la planta (Cap. = 150 litros) |
| PERSONAL CLAVE | Docentes, estudiantes y técnicos | Estudiantes y obreros de planta |
| ENSAYOS DE HORMIGON FRESCO | Ensayo VeVe | |
| | Ensayo Peso Unitario | |
| CONFECCION DE PROBETAS | Probetas cilíndricas de 10x20 y 15x30 cm. | Probetas adoquines tipo doble S |
| COMPACTADO Y VIBRADO | Mesa vibradora laboratorio | Mesa vibradora maquina adoquinera de planta |
| CURADO | Piscina de laboratorio atemperada | Condiciones normales de fábrica por riego |
| ENSAYOS DE HORMIGON ENDURECIDO | Resistencia a compresión | Resistencia a flexión y Compresión |

Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Elaboración de probetas en fábrica

El desarrollo del proyecto se orienta a analizar el proceso productivo de los adoquines, bajo esta premisa se ha introducido algunas mejoras en el proceso productivo, así como la incorporación de equipo y cambio en las características de los agregados especialmente en la gradación del material. En general las medidas realizadas se resumen a continuación:

- ✓ Confección de tamices con abertura de mallas de 3/4", 1/2" y 3/8 ".
- ✓ Tamizado y acopiado de los agregados provenientes de Achacachi en tamaño máximo de 3/8 " y N° 4.
- ✓ Provisión de agua potable de la red de distribución de agua de la ciudad del Alto.
- ✓ Adquisición de una balanza electrónica de precisión de 5 gramos, empleada en la dosificación del hormigón por peso.
- ✓ Compra de recipiente graduado para medir el volumen de agua de capacidad de 1 litro.
- ✓ Utensilios y accesorios necesarios en el proceso de producción de adoquín (hornilla, recipientes, etc.).

3.1.4.1 Preparación de los materiales

Primero se acopiaron los agregados a utilizar en el proyecto. Estos agregados provienen de los yacimientos cuyas denominaciones son: Chacoma, AyoAyo, Achacachi y Vilaque.

Figura 3 Acopio de Agregados



Fuente: Propia

Posteriormente se procedió al tamizado de los agregados, para poder cumplir con lo establecido en el planteamiento del estudio, discretizando los tamaños máximos (TMN) en la composición granulométrica.

Figura 4 Preparación de los Agregados



Fuente: Propia

Con respecto al agregado proveniente del yacimiento de Achacachi, se tamizó en función de dos tamaños máximos. El primero con tamaño máximo (TMN) de 3/8" de pulgada y el segundo con tamaño máximo Nro. 4. Es menester mencionar que se tamizaron en cantidades necesarias, que permitan realizar el número de probetas requeridas para el desarrollo correcto del estudio.

Para el agregado proveniente de Ayo Ayo se procedió al tamizado respectivo eliminándose los terrones de arcilla, que se tenían presentes en el agregado al igual que cualquier material orgánico.

Del agregado de Chacoma se procedió al retiro de impurezas orgánicas tales como restos de material orgánico de origen vegetal y animal. A decir del agregado de Vilaque, este presentaba muy poco material orgánico, que fue debidamente retirado; además este agregado contaba con la peculiaridad de estar previamente tamizado ya que provenía de una chancadora.

Figura 5 Agregados antes de la Mezcla



Fuente: Propia

Posteriormente se procedió al pesado de cada uno de los agregados con una balanza electrónica de acuerdo a las cantidades requeridas, producto del cálculo de la dosificación. Asimismo, se pesó la cantidad de cemento necesaria (IP-40), en lo referido al agua se utilizó envases de plástico con medidas de volumen, que facilitaron la medición de los volúmenes de agua calculados.

Figura 6 Balanza para pesar Agregados

Fuente: Propia

Tanto los diferentes agregados como el cemento fueron depositados en bolsas plásticas especiales listos para ser utilizados en el momento del mezclado.

Figura 7 Agregados listos

Fuente: Propia

3.1.4.2 Dosificación

La dosificación practicada para la unión de proporciones de agregados y cemento que conforman la mezcla, se realizó por peso, utilizando una balanza y un envase de plástico para el material, de igual manera para el agua, se usó un envase volumétrico. Las diferentes dosificaciones fueron definidas principalmente por la cantidad fija de cemento de 250, 300, y 350 [Kg/m³] de hormigón y la variación el tamaño máximo de agregado N°4, 3/8" y 3/4", estableciendo diferentes combinaciones.

3.1.4.3 Mezclado de las muestras

El mezclado se realizó con los materiales previamente pesados y preparados para tal efecto. Para la mezcla de materiales, se hizo uso de la mezcladora de la planta para iniciar la mezcla de los agregados, incorporando la mitad o 2/3 partes de agua necesaria antes de añadir el cemento; finalmente se agregó el cemento y el resto del agua, continuando la operación por 2 o 3 minutos.

Figura 8 Mezcladora de los Adoquines



Fuente: Propia

3.1.4.4 Elaboración de los adoquines

La mezcla fue colocada en uno de los brazos de la máquina artesanal de adoquines, en el que se tiene una pieza metálica, la misma que cuenta con dos espacios convexos en forma de adoquines tipo doble S. Estos espacios fueron llenados hasta la parte superior, para luego colocar el brazo de la máquina lleno con la mezcla sobre la mesa de vibrado. Antes de empezar el vibrado se apoyó una plancha metálica sobre la cual el operador ejerció una fuerza a través de un mecanismo que se encontraba a la altura de su pie. El vibrado se mantuvo hasta que apareció una película pastosa en la superficie, luego del mismo se retiró el molde de la mesa y se extrajo el adoquín en forma vertical desmoldando la unidad mediante el pecheo sobre placas de madera para luego llevarlo al área de fraguado.

Figura 9 Máquina adoquinera

Fuente: Propia

3.1.4.5 Fraguado de las muestras

El fraguado de las muestras fue similar al de los otros adoquines producidos en fábrica, es decir una vez moldeados se trasladaron a un lado de la sección de mezclado y vibrado donde se procedió a cubrir los adoquines con cartón. Esto con el fin de contrarrestar o reducir los efectos del frío por la noche y la madrugada. Al día siguiente se procedió al marcado de cada uno de los adoquines escribiendo sobre ellos con marcador el número de grupo, tamaño máximo, número de la probeta en la mezcla y fecha de la mezcla.

Figura 10 Adoquines frescos

Fuente: Propia

3.1.4.6 Curado en fábrica

El curado en fábrica se realizó al igual que los otros adoquines que normalmente eran fabricados en la planta. El sistema utilizado fue el riego mediante una bomba que irrigaba el agua desde dos contenedores de 1 [m³] sobre los adoquines apilados unos sobre otros.

Figura 11 Adoquines apilados



Fuente: Propia

Figura 12 Adoquines en el proceso de curado



Fuente: Propia

3.1.5 Ensayo de probetas elaboradas en fábrica

Una vez se cumplieron los 28 días de curado se procedió al traslado de adoquines al laboratorio del Instituto de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería para poder ensayarlos.

Figura 13 Traslado de Adoquines al laboratorio

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.1 Ensayo de flexión en adoquines tipo doble S (Norma ICONTEC 2017)

3.1.5.1.1 Principio del ensayo

Se aplicó una carga distribuida en el centro geométrico de una de las caras del adoquín. El adoquín a su vez se colocó sobre dos apoyos cilíndricos, para adoptar el esquema de una viga simplemente apoyada.

3.1.5.1.2 Preparación de la probeta

Se marcaron tres líneas sobre una de las caras del adoquín, la primera estuvo situada justo en el centro geométrico de la cara y las otras dos paralelas a la primera una a cada lado, separadas una distancia de 85 [mm].

Se prolongaron las líneas marcadas perpendicularmente hacia la parte lateral del adoquín en ambos lados.

3.1.5.1.3 Determinación de la Altura

Se realizaron mediciones de la altura en los 2 lados opuestos de una sección del adoquín con la ayuda de un vernier y un nivel. Con esos 2 valores se obtuvo después la altura media.

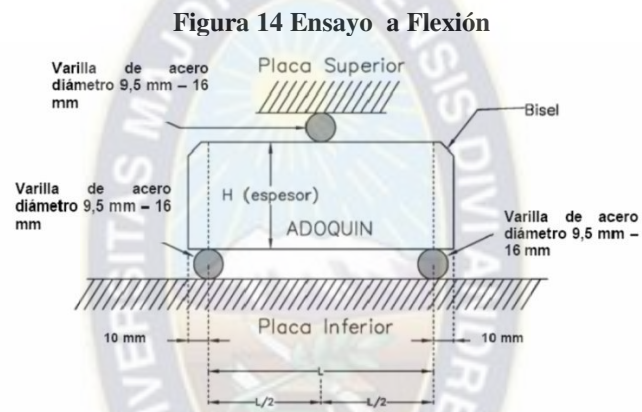
3.1.5.1.4 Aplicación de la carga

Se colocó la probeta en la máquina universal como una viga simplemente apoyada, haciendo coincidir las líneas marcadas con los apoyos. La carga se aplicó lentamente hasta llegar a la rotura del adoquín.

Una vez obtenida la carga de rotura, se procedió a medir la base de rotura en la parte inferior del adoquín quitando previamente las rebabas que pudieran haberse presentado.

3.1.5.1.5 Cálculos

Con los datos de la altura media, la carga de rotura y la medida de la base de rotura se procedió a realizar el cálculo de la resistencia a flexión del adoquín.



3.1.5.2 Ensayo de Compresión en adoquines tipo doble S (Norma ASTM C 140)

3.1.5.2.1 Principio del ensayo

Se aplicó una carga que comprimió el adoquín hasta la rotura.

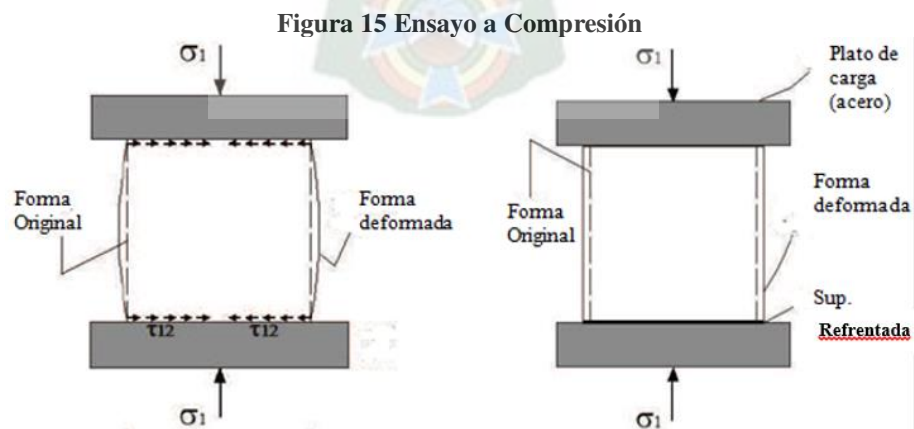
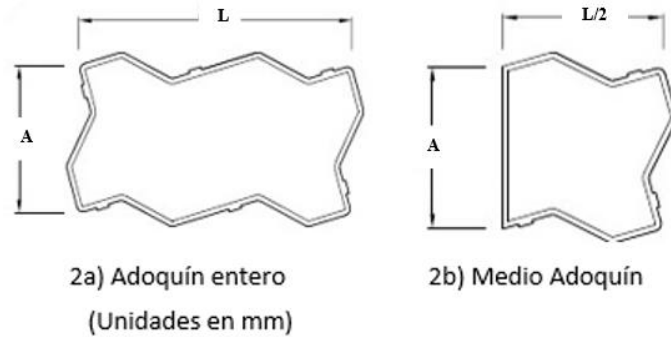


Figura 16 Dimensiones de la probeta sometida a compresión



3.1.5.2.2 Preparación de la probeta

Se cortó el adoquín por su centro geométrico, obteniendo una mitad de la probeta para realizar el ensayo.

3.1.5.2.3 Determinación del Área

Se realizaron mediciones con ayuda de un vernier y un nivel, determinando el largo y el ancho de la probeta. Debido a que la base de la probeta era irregular, el proceso de medición se realizó en cuatro secciones para cada lado, luego se determinó la longitud media de cada lado y posteriormente se calculó el área de la probeta.

Además se realizaron cuatro mediciones para determinar la altura de la probeta.

3.1.5.2.4 Aplicación de la carga

Previamente se debió refrentar la probeta en ambas caras con el fin de cubrir las imperfecciones de la superficie de tal modo de obtener caras planas y paralelas entre si.

Se colocó la probeta refrentada en la máquina, entre dos placas planas de mayor área para garantizar la distribución uniforme de la carga.

Se aplicó la carga lentamente hasta llegar a la rotura del adoquín.

3.1.5.2.5 Cálculos

Con los datos del área de la superficie de la probeta y la carga de rotura, se procedió a realizar el cálculo de la resistencia a compresión del adoquín.

3.1.5.3 Ensayo de Desgaste en adoquines tipo doble S (Norma IRAM 1522)

3.1.5.3.1 Principio del ensayo

Se sometió la probeta a desgaste superficial por fricción en una máquina de ensayo, instalando la probeta sobre una superficie rugosa conformada por lijas.

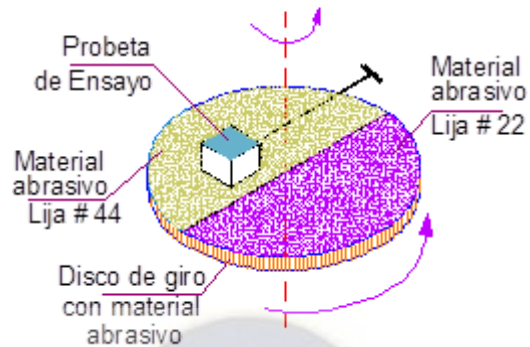
Figura 17 Equipo de Ensayo a Desgaste



Figura 18 Medición de la probeta sometida a desgaste



Figura 19 Esquema del ensayo a Desgaste
 ESQUEMA DE ENSAYO
 RESISTENCIA A DESGASTE



3.1.5.3.2 Preparación de la probeta

Se cortó la probeta en forma de un cubo con arista de dimensión de 4.5 [cm] aproximadamente.

3.1.5.3.3 Determinación de medidas

Previo a realizar las mediciones, se identificaron cuatro sectores en la superficie de la probeta, luego se tomaron medidas con ayuda de un vernier, determinando la altura de los cuatro puntos marcados. Promediando esas alturas se obtuvo la altura inicial de la probeta antes del ensayo.

3.1.5.3.4 Ensayo de resistencia a desgaste

Se preparó la máquina de ensayo, disponiendo lijas #22 y #44 sobre la placa giratoria de la máquina. El material abrasivo conformado por la lijas se adhirieron a la placa mediante pegamento.

Se dispuso la probeta en el mecanismo de sostén del equipo colocando la cara de desgaste en contacto con material abrasivo (lija) luego se hizo girar la placa por 60 segundos y se obtuvo una cara de probeta con desgaste superficial.

Luego se realizó medidas en los cuatro puntos marcados previamente para la lectura inicial y se definió la nueva altura promedio después del desgaste.

3.1.5.3.5 Cálculos

Con los datos de la altura promedio antes y después del ensayo se obtuvo la diferencia de alturas por efecto del desgaste, este valor mostró el desgaste que había sufrido la probeta al ser sometida a desgaste.

3.2 Descripción de las diferentes combinaciones y sus agregados

La característica de los agregados en tamaño máximo (TMN), tipo de combinación y la respectiva cantidad de cemento se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 17 Descripción de las combinaciones y sus agregados

| Disposición de Agregados | Designación | Combinación de Agregados | Tamaño Máximo Nominal TMN | Variación Cantidad de Cemento por Combinación [Kg/m ³ H ^o] |
|---|-----------------|--------------------------|---------------------------|---|
| B1= Agregado Achacachi compuesto de arena y gravilla TMN N°4 | Combinación N°1 | B1+C | N°4 | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| B2= Agregado Achacachi compuesto de arena y gravilla TMN 3/8" | Combinación N°2 | B2+C | 3/8" | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| C= Arena AyoAyo | Combinación N°3 | B1+C+D | N°4 | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| D= Arena Chacoma | Combinación N°4 | B2+C+D | 3/8" | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| E= Grava Vilaque TMN 3/4" | Combinación N°5 | B1+C+E | 3/4" | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| E= Grava Vilaque TMN 3/4" | Combinación N°6 | B2+C+E | 3/4" | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| E= Grava Vilaque TMN 3/4" | Combinación N°7 | B1+C+D+E | 3/4" | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| E= Grava Vilaque TMN 3/4" | Combinación N°8 | B2+C+D+E | 3/4" | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Diseño del experimento

El análisis de varianza a considerar toma como modelo el experimento de dos factores, la cantidad de cemento y la combinación de agregados con tres replicas (R1, R2, R3), cada dato de réplica proviene del promedio de 3 datos de unidad de igual control.

El siguiente diseño del experimento se realizará para flexión, compresión y desgaste.

Tabla 18 Diseño del experimento
Cantidad de cemento y combinación de agregados

| Datos de Análisis | | | |
|---------------------------------------|---|---------------------|---------------------|
| Combinación de Agregados 8 niveles | Cantidad de cemento [Kg/m ³] en la mezcla de Hormigón-3 niveles | | |
| | 250 | 300 | 350 |
| Combinación Nº1 | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos |
| | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos |
| | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos |
| Combinación Nº2 | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos |
| | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos |
| | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos |
| Combinación Nº3 | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos |
| | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos |
| | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos |
| Combinación Nº4 | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos |
| | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos |
| | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos |
| Combinación Nº5 | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos |
| | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos |
| | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos |
| Combinación Nº6 | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos |
| | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos |
| | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos |
| Combinación Nº7 | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos |
| | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos |
| | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos |
| Combinación Nº8 | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos | R1=Prom. de 3 datos |
| | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos | R2=Prom. de 3 datos |
| | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos | R3=Prom. de 3 datos |

CAPITULO IV : ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Propiedades de los materiales

En las siguientes tablas se muestran las características y propiedades principales de los agregados utilizados en el presente estudio.

Tabla 19 Tratamiento de Agregados

| Procedencia | Estado Natural | Tratamiento | |
|--------------------|-------------------------------------|---|--|
| | | Agregado Tamizado | Agregado Tamizado |
| Agregado Achacachi | Agregado compuesto de arena y grava | Agregado compuesto de arena y gravilla TMN 3/8" | Agregado compuesto de arena y gravilla TMN N°4 |
| Arena Ayo Ayo | Arena Extraída de Cantera | S/ Tratamiento | S/ Tratamiento |
| Arena Chacoma | Arena Extraída de Rio | S/ Tratamiento | S/ Tratamiento |
| Grava Vilaque | Grava Chancada TMN ¾" | S/ Tratamiento | S/ Tratamiento |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20 Granulometría de los diferentes agregados (% pasado)

| TAMIZ | ABERTURA [mm] | AGREGADO ACHACACHI TMN : N°4 %PASA TOTAL | AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8" %PASA TOTAL | ARENA AYO AYO %PASA TOTAL | ARENA CHACOMA %PASA TOTAL | GRAVA VILAQUE TMN : ¾" %PASA TOTAL |
|-------|---------------|---|--|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 97.91 |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 44.03 |
| 3/8" | 9.50 | 100.00 | 89.21 | 100.00 | 100.00 | 15.63 |
| N°4 | 4.75 | 69.43 | 61.95 | 98.72 | 94.28 | 0.53 |
| N°8 | 2.360 | 51.73 | 46.15 | 96.83 | 82.76 | 0.00 |
| N°16 | 1.190 | 37.56 | 33.52 | 90.68 | 65.18 | 0.00 |
| N°30 | 0.595 | 25.68 | 22.92 | 75.25 | 37.88 | 0.00 |
| N°50 | 0.297 | 12.10 | 10.81 | 43.96 | 11.80 | 0.00 |
| N°100 | 0.149 | 4.30 | 3.85 | 10.72 | 1.43 | 0.00 |

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1 Pesos específicos de los Agregados

Tabla 21 Peso Específico Agregado Grueso Achacachi TMN N°4

(Gravilla Agregado Achacachi TMN N° 4)

PROMEDIO

| | |
|-------------------------------------|-------|
| PESO ESPECIFICO SECO Gs | 2.617 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS Gsss | 2.668 |
| % DE ABSORCION | 1.926 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22 Peso Específico Agregado Grueso Achacachi TMN 3/8"

(Gravilla Agregado Achacachi TMN 3/8")

PROMEDIO

| | |
|-------------------------------------|-------|
| PESO ESPECIFICO SECO Gs | 2.643 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS Gsss | 2.687 |
| % DE ABSORCION | 1.629 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23 Peso Específico Agregado Fino Achacachi

(Arena Achacachi)

PROMEDIO

| | |
|-------------------------------------|-------|
| PESO ESPECIFICO SECO Gs | 2.580 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS Gsss | 2.640 |
| % DE ABSORCION | 2.346 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24 Peso Específico Agregado Fino Ayo Ayo

(Arena AYO AYO)

PROMEDIO

| | |
|-------------------------------------|-------|
| PESO ESPECIFICO SECO Gs | 2.472 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS Gsss | 2.544 |
| % DE ABSORCION | 2.895 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25 Peso Específico Agregado Fino Chacoma

(Arena Chacoma)

PROMEDIO

| | |
|-------------------------------------|-------|
| PESO ESPECIFICO SECO Gs | 2.540 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS Gsss | 2.601 |
| % DE ABSORCION | 2.389 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26 Peso Específico Agregado Grueso Vilaque TMN ¾"

(Grava Vilaque TMN ¾")

PROMEDIO

| | |
|-------------------------------------|-------|
| PESO ESPECIFICO SECO Gs | 2.599 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS Gsss | 2.640 |
| % DE ABSORCION | 1.580 |

Fuente: Elaboración Propia

4.3 Granulometrías de las diferentes combinaciones

Tabla 27 Resultados de la unión de áridos (Combinación 2)

| TAMIZ | ABERTURA [mm] | AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8" | ARENA AYO AYO | MEZCLA ARIDOS | ESPECIFICACION | FULLER |
|-------|------------------|-------------------------------|---------------|---------------|----------------|------------|
| | | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | TMN : 3/8" | TMN : 3/8" |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100% | 100.00 |
| 3/8" | 9.50 | 89.21 | 100.00 | 91.29 | 90-100% | 87.18 |
| Nº4 | 4.75 | 61.95 | 98.72 | 69.06 | 70-85% | 61.64 |
| Nº8 | 2.360 | 46.15 | 96.83 | 55.95 | 50-65% | 43.45 |
| Nº16 | 1.190 | 33.52 | 90.68 | 44.57 | | 30.85 |
| Nº30 | 0.595 | 22.92 | 75.25 | 33.04 | | 21.82 |
| Nº50 | 0.297 | 10.81 | 43.96 | 17.22 | 10-25% | 15.41 |
| Nº100 | 0.149 | 3.85 | 10.72 | 5.18 | 5-15% | 10.92 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28 Resultados de la unión de áridos (Combinación 1)

| TAMIZ | ABERTURA [mm] | AGREGADO ACHACACHI TMN : Nº4 | ARENA AYO AYO | MEZCLA ARIDOS | ESPECIFICACION | FULLER |
|-------|------------------|------------------------------|---------------|---------------|----------------|-----------|
| | | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | TMN : Nº4 | TMN : Nº4 |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 3/8" | 9.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100% | 100.00 |
| Nº4 | 4.75 | 69.43 | 98.72 | 76.20 | 50-90% | 70.71 |
| Nº8 | 2.360 | 51.73 | 96.83 | 62.15 | 40-65% | 49.84 |
| Nº16 | 1.190 | 37.56 | 90.68 | 49.84 | 32-50% | 35.39 |
| Nº30 | 0.595 | 25.68 | 75.25 | 37.14 | 24-37% | 25.03 |
| Nº50 | 0.297 | 12.10 | 43.96 | 19.46 | 16-25% | 17.68 |
| Nº100 | 0.149 | 4.30 | 10.72 | 5.78 | 8-14% | 12.52 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29 Resultados de la unión de áridos (Combinación 4)

AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8" 34.00%
 ARENA AYO AYO 36.00%
 ARENA CHACOMA 30.00%

| TAMIZ | ABERTURA [mm] | AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8" | ARENA AYO AYO | ARENA CHACOMA | MEZCLA ARIDOS | ESPECIFICACION | FULLER |
|-------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|------------|
| | | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | TMN : 3/8" | TMN : 3/8" |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100% | 100.00 |
| 3/8" | 9.50 | 89.21 | 100.00 | 100.00 | 96.33 | 90-100% | 87.18 |
| Nº4 | 4.75 | 61.95 | 98.72 | 94.28 | 84.89 | 70-85% | 61.64 |
| Nº8 | 2.360 | 46.15 | 96.83 | 82.76 | 75.38 | 50-65% | 43.45 |
| Nº16 | 1.190 | 33.52 | 90.68 | 65.18 | 63.60 | | 30.85 |
| Nº30 | 0.595 | 22.92 | 75.25 | 37.88 | 46.25 | | 21.82 |
| Nº50 | 0.297 | 10.81 | 43.96 | 11.80 | 23.04 | 10-25% | 15.41 |
| Nº100 | 0.149 | 3.85 | 10.72 | 1.43 | 5.60 | 5-15% | 10.92 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30 Resultados de la unión de áridos (Combinación 3)

AGREGADO ACHACACHI TMN : Nº4 33.00%
 ARENA AYO AYO 37.00%
 ARENA CHACOMA 30.00%

| TAMIZ | ABERTURA [mm] | AGREGADO ACHACACHI TMN : Nº4 | ARENA AYO AYO | ARENA CHACOMA | MEZCLA ARIDOS | ESPECIFICACION | FULLER |
|-------|---------------|------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------|
| | | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | TMN : Nº4 | TMN : Nº4 |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 3/8" | 9.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100% | 100.00 |
| Nº4 | 4.75 | 69.43 | 98.72 | 94.28 | 87.72 | 50-90% | 70.71 |
| Nº8 | 2.360 | 51.73 | 96.83 | 82.76 | 77.72 | 40-65% | 49.84 |
| Nº16 | 1.190 | 37.56 | 90.68 | 65.18 | 65.50 | 32-50% | 35.39 |
| Nº30 | 0.595 | 25.68 | 75.25 | 37.88 | 47.68 | 24-37% | 25.03 |
| Nº50 | 0.297 | 12.10 | 43.96 | 11.80 | 23.80 | 16-25% | 17.68 |
| Nº100 | 0.149 | 4.30 | 10.72 | 1.43 | 5.81 | 8-14% | 12.52 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31 Resultados de la unión de áridos (Combinación 6)

AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8" 52.00%
 GRAVA VILAQUE TMN : 3/4" 35.00%
 ARENA AYO AYO 13.00%

| TAMIZ | ABERTURA [mm] | AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8" | GRAVA VILAQUE TMN : 3/4" | ARENA AYO AYO | MEZCLA ARIDOS | FULLER |
|-------|---------------|-------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|------------|
| | | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | TMN : 3/8" |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 97.91 | 100.00 | 99.27 | 87.18 |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 44.03 | 100.00 | 80.41 | 70.71 |
| 3/8" | 9.50 | 89.21 | 15.63 | 100.00 | 64.86 | 61.64 |
| Nº4 | 4.75 | 61.95 | 0.53 | 98.72 | 45.23 | 43.59 |
| Nº8 | 2.360 | 46.15 | 0.00 | 96.83 | 36.59 | 30.72 |
| Nº16 | 1.190 | 33.52 | 0.00 | 90.68 | 29.22 | 21.82 |
| Nº30 | 0.595 | 22.92 | 0.00 | 75.25 | 21.70 | 15.43 |
| Nº50 | 0.297 | 10.81 | 0.00 | 43.96 | 11.34 | 10.90 |
| Nº100 | 0.149 | 3.85 | 0.00 | 10.72 | 3.40 | 7.72 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32 Resultados de la unión de áridos (Combinación 5)

AGREGADO ACHACACHI TMN : Nº4 48.00%
 GRAVA VILAQUE TMN : 3/4" 40.00%
 ARENA AYO AYO 12.00%

| TAMIZ | ABERTURA [mm] | AGREGADO ACHACACHI TMN : Nº4 | GRAVA VILAQUE TMN : 3/4" | ARENA AYO AYO | MEZCLA ARIDOS | FULLER |
|-------|---------------|------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|------------|
| | | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | TMN : 3/4" |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 97.91 | 100.00 | 99.16 | 87.18 |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 44.03 | 100.00 | 77.61 | 70.71 |
| 3/8" | 9.50 | 100.00 | 15.63 | 100.00 | 66.25 | 61.64 |
| Nº4 | 4.75 | 69.43 | 0.53 | 98.72 | 45.39 | 43.59 |
| Nº8 | 2.360 | 51.73 | 0.00 | 96.83 | 36.45 | 30.72 |
| Nº16 | 1.190 | 37.56 | 0.00 | 90.68 | 28.91 | 21.82 |
| Nº30 | 0.595 | 25.68 | 0.00 | 75.25 | 21.36 | 15.43 |
| Nº50 | 0.297 | 12.10 | 0.00 | 43.96 | 11.08 | 10.90 |
| Nº100 | 0.149 | 4.30 | 0.00 | 10.72 | 3.35 | 7.72 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33 Resultados de la unión de áridos (Combinación 8)

| | |
|------------------------------|--------|
| AGREGADO ACHACACHI TMN : N°4 | 40.00% |
| GRAVA VILAQUE TMN : 3/4" | 40.00% |
| ARENA AYO AYO | 10.00% |
| ARENA CHACOMA | 10.00% |

| TAMIZ | ABERTURA [mm] | AGREGADO ACHACACHI TMN : N°4 | ARENA AYO AYO | ARENA CHACOMA | GRAVA VILAQUE TMN : 3/4" | MEZCLA ARIDOS | FULLER |
|-------|---------------|------------------------------|---------------|---------------|--------------------------|---------------|------------|
| | | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | TMN : 3/4" |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 97.91 | 99.16 | 87.18 |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 44.03 | 77.61 | 70.71 |
| 3/8" | 9.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 15.63 | 66.25 | 61.64 |
| N°4 | 4.75 | 69.43 | 98.72 | 94.28 | 0.53 | 47.29 | 43.59 |
| N°8 | 2.360 | 51.73 | 96.83 | 82.76 | 0.00 | 38.65 | 30.72 |
| N°16 | 1.190 | 37.56 | 90.68 | 65.18 | 0.00 | 30.61 | 21.82 |
| N°30 | 0.595 | 25.68 | 75.25 | 37.88 | 0.00 | 21.59 | 15.43 |
| N°50 | 0.297 | 12.10 | 43.96 | 11.80 | 0.00 | 10.42 | 10.90 |
| N°100 | 0.149 | 4.30 | 10.72 | 1.43 | 0.00 | 2.94 | 7.72 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34 Resultados de la unión de áridos (Combinación 7)

| | |
|-------------------------------|--------|
| AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8" | 43.00% |
| GRAVA VILAQUE TMN : 3/4" | 35.00% |
| ARENA AYO AYO | 10.00% |
| ARENA CHACOMA | 12.00% |

| TAMIZ | ABERTURA [mm] | AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8" | ARENA AYO AYO | ARENA CHACOMA | GRAVA VILAQUE TMN : 3/4" | MEZCLA ARIDOS | FULLER |
|-------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------|--------------------------|---------------|------------|
| | | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | % PASA TOTAL | TMN : 3/4" |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 97.91 | 99.27 | 87.18 |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 44.03 | 80.41 | 70.71 |
| 3/8" | 9.50 | 89.21 | 100.00 | 100.00 | 15.63 | 65.83 | 61.64 |
| N°4 | 4.75 | 61.95 | 98.72 | 94.28 | 0.53 | 48.01 | 43.59 |
| N°8 | 2.360 | 46.15 | 96.83 | 82.76 | 0.00 | 39.46 | 30.72 |
| N°16 | 1.190 | 33.52 | 90.68 | 65.18 | 0.00 | 31.30 | 21.82 |
| N°30 | 0.595 | 22.92 | 75.25 | 37.88 | 0.00 | 21.93 | 15.43 |
| N°50 | 0.297 | 10.81 | 43.96 | 11.80 | 0.00 | 10.46 | 10.90 |
| N°100 | 0.149 | 3.85 | 10.72 | 1.43 | 0.00 | 2.90 | 7.72 |

Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Elaboración Propia

4.4 Dosificaciones para cada combinación de agregados**Tabla 35 Resumen de la cantidad de materiales de la combinación 1**

| Combinación de Agregados | Tamaño Máximo Nominal (TMN) | Materiales | Peso | Peso | Peso |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | | [Kg/m ³ Hº] C =250 [kg] | [Kg/m ³ Hº] C =300 [kg] | [Kg/m ³ Hº] C =350 [kg] |
| Combinación Nº 1 | TMN = Nº 4 | Agua | 115.000 | 129.000 | 133.000 |
| | | Cemento | 250.000 | 300.000 | 350.000 |
| | | Agregado Achacachi | 1521.098 | 1460.779 | 1420.165 |
| | | Arena Ayo Ayo | 457.180 | 439.051 | 426.844 |
| | | Relación a/c | 0.460 | 0.430 | 0.380 |

Tabla 36 Resumen de la cantidad de materiales de la combinación 2

| Combinación de Agregados | Tamaño Máximo Nominal (TMN) | Materiales | Peso | Peso | Peso |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | | [Kg/m ³ Hº] C =250 [kg] | [Kg/m ³ Hº] C =300 [kg] | [Kg/m ³ Hº] C =350 [kg] |
| Combinación Nº 2 | TMN = 3/8" | Agua | 115.000 | 126.000 | 133.000 |
| | | Cemento | 250.000 | 300.000 | 350.000 |
| | | Agregado Achacachi | 1605.001 | 1547.593 | 1498.501 |
| | | Arena Ayo Ayo | 384.587 | 370.831 | 359.068 |
| | | Relación a/c | 0.460 | 0.420 | 0.380 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37 Resumen de la cantidad de materiales de la combinación 3

| Combinación de Agregados | Tamaño Máximo Nominal (TMN) | Materiales | Peso | Peso | Peso |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | | [Kg/m ³ Hº] C =250 [kg] | [Kg/m ³ Hº] C =300 [kg] | [Kg/m ³ Hº] C =350 [kg] |
| Combinación Nº 3 | TMN = Nº 4 | Agua | 140.000 | 162.000 | 171.500 |
| | | Cemento | 250.000 | 300.000 | 350.000 |
| | | Agregado Achacachi | 623.846 | 591.598 | 569.790 |
| | | Arena Ayo Ayo | 699.464 | 663.307 | 638.855 |
| | | Arena Chacoma | 567.133 | 537.816 | 517.991 |
| | | Relación a/c | 0.560 | 0.540 | 0.490 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38 Resumen de la cantidad de materiales de la combinación 4

| Combinación de Agregados | Tamaño Máximo Nominal (TMN) | Materiales | Peso | Peso | Peso |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | | [Kg/m ³ H ^o] | [Kg/m ³ H ^o] | [Kg/m ³ H ^o] |
| | | | C =250 [kg] | C =300 [kg] | C =350 [kg] |
| Combinación N°4 | TMN = 3/8" | Agua | 140.000 | 162.000 | 175.000 |
| | | Cemento | 250.000 | 300.000 | 350.000 |
| | | Agregado Achacachi | 644.095 | 610.800 | 585.266 |
| | | Arena Ayo Ayo | 681.982 | 646.729 | 619.693 |
| | | Arena Chacoma | 568.319 | 538.941 | 516.411 |
| | | Relación a/c | 0.560 | 0.540 | 0.500 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39 Resumen de la cantidad de materiales de la combinación 5

| Combinación de Agregados | Tamaño Máximo Nominal (TMN) | Materiales | Peso | Peso | Peso |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | | [Kg/m ³ H ^o] | [Kg/m ³ H ^o] | [Kg/m ³ H ^o] |
| | | | C =250 [kg] | C =300 [kg] | C =350 [kg] |
| Combinación N° 5 | TMN = 3/4" | Agua | 105.000 | 120.000 | 136.500 |
| | | Cemento | 250.000 | 300.000 | 350.000 |
| | | Agregado Achacachi | 805.953 | 773.371 | 739.243 |
| | | Arena Ayo Ayo | 201.488 | 193.343 | 184.811 |
| | | Grava Vilaque | 805.953 | 773.371 | 739.243 |
| | | Relación a/c | 0.400 | 0.370 | 0.360 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40 Resumen de la cantidad de materiales de la combinación 6

| Combinación de Agregados | Tamaño Máximo Nominal (TMN) | Materiales | Peso | Peso | Peso |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | | [Kg/m ³ H ^o] | [Kg/m ³ H ^o] | [Kg/m ³ H ^o] |
| | | | C =250 [kg] | C =300 [kg] | C =350 [kg] |
| Combinación N° 6 | TMN = 3/4" | Agua | 105.000 | 120.000 | 133.000 |
| | | Cemento | 250.000 | 300.000 | 350.000 |
| | | Agregado Achacachi | 867.730 | 832.651 | 799.791 |
| | | Arena Ayo Ayo | 201.798 | 193.640 | 185.998 |
| | | Grava Vilaque | 706.292 | 677.739 | 650.993 |
| | | Relación a/c | 0.400 | 0.380 | 0.370 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41 Resumen de la cantidad de materiales de la combinación 7

| Combinación de Agregados | Tamaño Máximo Nominal (TMN) | Materiales | Peso | Peso | Peso |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | | [Kg/m ³ Hº] | [Kg/m ³ Hº] | [Kg/m ³ Hº] |
| | | | C =250 [kg] | c =300 [kg] | C =350 [kg] |
| Combinación Nº 7 | TMN = ¾" | Agua | 105.000 | 120.000 | 136.500 |
| | | Cemento | 250.000 | 300.000 | 350.000 |
| | | Agregado Achacachi | 805.953 | 773.371 | 739.243 |
| | | Arena Ayo Ayo | 201.488 | 193.343 | 184.811 |
| | | Grava Vilaque | 805.953 | 773.371 | 739.243 |
| | | Arena Chacoma | 201.488 | 193.343 | 184.811 |
| | | Relación a/c | 0.420 | 0.400 | 0.390 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42 Resumen de la cantidad de materiales de la combinación 8

| Combinación de Agregados | Tamaño Máximo Nominal (TMN) | Materiales | Peso | Peso | Peso |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | | [Kg/m ³ Hº] | [Kg/m ³ Hº] | [Kg/m ³ Hº] |
| | | | C =250 [kg] | c =300 [kg] | C =350 [kg] |
| Combinación Nº 8 | TMN = ¾" | Agua | 105.000 | 120.000 | 133.000 |
| | | Cemento | 250.000 | 300.000 | 350.000 |
| | | Agregado Achacachi | 867.730 | 832.651 | 799.791 |
| | | Arena Ayo Ayo | 201.798 | 193.640 | 185.998 |
| | | Grava Vilaque | 706.292 | 677.739 | 650.993 |
| | | Arena Chacoma | 242.157 | 232.368 | 223.198 |
| | | Relación a/c | 0.420 | 0.400 | 0.380 |

4.5 Análisis de datos para Flexión (Combinaciones 1,2,3,4,5,6,7 y 8)

4.5.1 Resultados de los ensayos de la Resistencia a Flexión

Tabla 43 Resistencia a Flexión de la combinación 1

| Característica (Rótulo probeta) | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura Promedio [cm] | Base de Rotura [mm] | Carga [KN] | Resistencia a tracción por flexión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|---|-------------------|
| Combinación 1 C=250 (A) -1 | 99,55 | 98,10 | 9,88 | 122,00 | 17,60 | 3,77 | 3,73 |
| Combinación 1 C=250 (A) -2 | 98,55 | 100,10 | 9,93 | 129,20 | 19,50 | 3,90 | |
| Combinación 1 C=250 (A) -3 | 98,60 | 96,40 | 9,75 | 124,65 | 16,30 | 3,51 | |
| Combinación 1 C=250 (B) -1 | 97,35 | 96,55 | 9,70 | 125,40 | 17,60 | 3,81 | 4,02 |
| Combinación 1 C=250 (B) -2 | 101,20 | 99,15 | 10,02 | 122,75 | 21,00 | 4,35 | |
| Combinación 1 C=250 (B) -3 | 98,35 | 99,30 | 9,88 | 128,15 | 19,20 | 3,91 | |
| Combinación 1 C=250 (C) -1 | 101,65 | 102,00 | 10,18 | 121,65 | 18,70 | 3,78 | 3,90 |
| Combinación 1 C=250 (C) -2 | 101,30 | 100,05 | 10,07 | 126,40 | 20,50 | 4,08 | |
| Combinación 1 C=250 (C) -3 | 99,95 | 101,40 | 10,07 | 121,20 | 18,50 | 3,84 | |
| Combinación 1 C=300 (A) -1 | 98,40 | 96,50 | 9,75 | 133,35 | 17,40 | 3,50 | 3,87 |
| Combinación 1 C=300 (A) -2 | 97,40 | 101,10 | 9,93 | 130,85 | 20,60 | 4,08 | |
| Combinación 1 C=300 (A) -3 | 97,90 | 97,95 | 9,79 | 124,55 | 18,90 | 4,04 | |
| Combinación 1 C=300 (B) -1 | 94,80 | 96,10 | 9,55 | 128,90 | 19,40 | 4,21 | 4,14 |
| Combinación 1 C=300 (B) -2 | 98,20 | 99,10 | 9,87 | 127,15 | 18,90 | 3,89 | |
| Combinación 1 C=300 (B) -3 | 97,40 | 96,30 | 9,69 | 128,40 | 20,30 | 4,30 | |
| Combinación 1 C=300 (C) -1 | 98,60 | 99,10 | 9,89 | 127,40 | 19,10 | 3,91 | 4,10 |
| Combinación 1 C=300 (C) -2 | 96,05 | 93,95 | 9,50 | 129,35 | 17,70 | 3,87 | |
| Combinación 1 C=300 (C) -3 | 98,80 | 96,10 | 9,75 | 128,60 | 21,70 | 4,53 | |
| Combinación 1 C=350 (A) -1 | 98,80 | 97,00 | 9,79 | 125,55 | 19,90 | 4,22 | 4,45 |
| Combinación 1 C=350 (A) -2 | 98,15 | 98,00 | 9,81 | 131,45 | 22,00 | 4,44 | |
| Combinación 1 C=350 (A) -3 | 96,00 | 97,25 | 9,66 | 131,85 | 22,70 | 4,70 | |
| Combinación 1 C=350 (B) -1 | 99,40 | 98,60 | 9,90 | 127,35 | 20,20 | 4,13 | 4,15 |
| Combinación 1 C=350 (B) -2 | 100,90 | 99,40 | 10,02 | 127,15 | 21,40 | 4,28 | |
| Combinación 1 C=350 (B) -3 | 97,40 | 101,60 | 9,95 | 127,10 | 20,00 | 4,05 | |
| Combinación 1 C=350 (C) -1 | 97,40 | 101,50 | 9,95 | 129,85 | 21,20 | 4,21 | 4,59 |
| Combinación 1 C=350 (C) -2 | 94,10 | 95,00 | 9,46 | 129,45 | 20,40 | 4,50 | |
| Combinación 1 C=350 (C) -3 | 95,60 | 96,20 | 9,59 | 122,45 | 22,40 | 5,07 | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44 Resistencia a Flexión de la combinación 2

| Característica (Rótulo probeta) | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura Promedio [cm] | Base de Rotura [mm] | Carga [KN] | Resistencia a tracción por flexión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|---|-------------------|
| Combinación 2 C=250 (A) -1 | 100,95 | 98,50 | 9,97 | 127,45 | 17,70 | 3,56 | 3,35 |
| Combinación 2 C=250 (A) -2 | 98,95 | 98,15 | 9,86 | 120,45 | 16,40 | 3,57 | |
| Combinación 2 C=250 (A) -3 | 101,95 | 98,60 | 10,03 | 123,30 | 14,10 | 2,90 | |
| Combinación 2 C=250 (B) -1 | 101,25 | 100,00 | 10,06 | 129,20 | 18,80 | 3,66 | 3,40 |
| Combinación 2 C=250 (B) -2 | 99,15 | 97,15 | 9,82 | 129,45 | 13,30 | 2,72 | |
| Combinación 2 C=250 (B) -3 | 96,40 | 98,75 | 9,76 | 126,60 | 18,00 | 3,81 | |
| Combinación 2 C=250 (C) -1 | 100,80 | 99,65 | 10,02 | 122,25 | 19,30 | 4,01 | 4,06 |
| Combinación 2 C=250 (C) -2 | 100,65 | 101,15 | 10,09 | 127,35 | 19,40 | 3,82 | |
| Combinación 2 C=250 (C) -3 | 97,55 | 98,85 | 9,82 | 127,25 | 20,90 | 4,34 | |
| Combinación 2 C=300 (A) -1 | 98,50 | 98,75 | 9,86 | 124,15 | 19,60 | 4,14 | 4,40 |
| Combinación 2 C=300 (A) -2 | 95,20 | 96,80 | 9,60 | 126,55 | 19,60 | 4,29 | |
| Combinación 2 C=300 (A) -3 | 99,85 | 99,35 | 9,96 | 127,20 | 23,60 | 4,77 | |
| Combinación 2 C=300 (B) -1 | 97,45 | 98,00 | 9,77 | 119,15 | 20,20 | 4,53 | 4,48 |
| Combinación 2 C=300 (B) -2 | 100,05 | 96,45 | 9,83 | 128,15 | 23,60 | 4,86 | |
| Combinación 2 C=300 (B) -3 | 100,90 | 99,40 | 10,02 | 129,60 | 20,70 | 4,06 | |
| Combinación 2 C=300 (C) -1 | 98,05 | 99,25 | 9,87 | 123,65 | 21,20 | 4,49 | 4,26 |
| Combinación 2 C=300 (C) -2 | 97,60 | 97,35 | 9,75 | 129,10 | 21,20 | 4,41 | |
| Combinación 2 C=300 (C) -3 | 99,60 | 99,80 | 9,97 | 128,85 | 19,50 | 3,88 | |
| Combinación 2 C=350 (A) -1 | 95,40 | 98,30 | 9,69 | 127,20 | 17,90 | 3,83 | 4,12 |
| Combinación 2 C=350 (A) -2 | 96,60 | 99,30 | 9,80 | 123,50 | 19,70 | 4,24 | |
| Combinación 2 C=350 (A) -3 | 97,10 | 96,60 | 9,69 | 122,20 | 19,30 | 4,29 | |
| Combinación 2 C=350 (B) -1 | 99,30 | 102,65 | 10,10 | 126,05 | 23,30 | 4,62 | 4,95 |
| Combinación 2 C=350 (B) -2 | 103,10 | 97,10 | 10,01 | 125,85 | 27,00 | 5,46 | |
| Combinación 2 C=350 (B) -3 | 101,80 | 101,50 | 10,17 | 126,50 | 24,50 | 4,78 | |
| Combinación 2 C=350 (C) -1 | 99,15 | 97,90 | 9,85 | 128,60 | 26,30 | 5,37 | 4,79 |
| Combinación 2 C=350 (C) -2 | 95,95 | 94,00 | 9,50 | 128,45 | 19,90 | 4,38 | |
| Combinación 2 C=230 (C) -3 | 97,00 | 95,05 | 9,60 | 129,65 | 21,70 | 4,63 | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45 Resistencia a Flexión de la combinación 3

| Característica (Rótulo probeta) | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura Promedio [cm] | Base de Rotura [mm] | Carga [KN] | Resistencia a tracción por flexión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|---|-------------------|
| Combinación 3 C=250 (A) -1 | 97,75 | 98,80 | 9,83 | 130,55 | 12,90 | 2,61 | 2,99 |
| Combinación 3 C=250 (A) -2 | 97,00 | 94,65 | 9,58 | 128,15 | 15,20 | 3,29 | |
| Combinación 3 C=250 (A) -3 | 97,10 | 97,05 | 9,71 | 127,35 | 14,50 | 3,08 | |
| Combinación 3 C=250 (B) -1 | 95,15 | 96,10 | 9,56 | 125,35 | 13,60 | 3,03 | 2,98 |
| Combinación 3 C=250 (B) -2 | 98,15 | 96,45 | 9,73 | 127,30 | 15,10 | 3,19 | |
| Combinación 3 C=250 (B) -3 | 95,25 | 94,40 | 9,48 | 127,40 | 12,20 | 2,72 | |
| Combinación 3 C=250 (C) -1 | 94,80 | 94,65 | 9,47 | 128,40 | 12,40 | 2,74 | 3,02 |
| Combinación 3 C=250 (C) -2 | 95,05 | 97,50 | 9,63 | 131,35 | 12,70 | 2,66 | |
| Combinación 3 C=250 (C) -3 | 97,85 | 96,95 | 9,74 | 123,50 | 16,80 | 3,66 | |
| Combinación 3 C=300 (A) -1 | 95,05 | 95,95 | 9,55 | 129,90 | 17,00 | 3,66 | 3,60 |
| Combinación 3 C=300 (A) -2 | 97,10 | 99,75 | 9,84 | 123,75 | 18,20 | 3,87 | |
| Combinación 3 C=300 (A) -3 | 97,00 | 98,75 | 9,79 | 126,20 | 15,50 | 3,27 | |
| Combinación 3 C=300 (B) -1 | 97,25 | 97,50 | 9,74 | 127,65 | 16,10 | 3,39 | 3,36 |
| Combinación 3 C=300 (B) -2 | 97,00 | 96,90 | 9,70 | 123,85 | 15,50 | 3,40 | |
| Combinación 3 C=300 (B) -3 | 96,40 | 100,20 | 9,83 | 127,05 | 15,80 | 3,28 | |
| Combinación 3 C=300 (C) -1 | 96,85 | 93,95 | 9,54 | 125,95 | 12,50 | 2,78 | 3,02 |
| Combinación 3 C=300 (C) -2 | 98,25 | 96,25 | 9,73 | 127,85 | 14,60 | 3,08 | |
| Combinación 3 C=300 (C) -3 | 97,15 | 97,80 | 9,75 | 124,55 | 14,80 | 3,19 | |
| Combinación 3 C=350 (A) -1 | 97,15 | 95,80 | 9,65 | 126,35 | 15,10 | 3,27 | 3,68 |
| Combinación 3 C=350 (A) -2 | 95,20 | 97,75 | 9,65 | 124,15 | 17,80 | 3,93 | |
| Combinación 3 C=350 (A) -3 | 94,55 | 97,65 | 9,61 | 125,25 | 17,40 | 3,84 | |
| Combinación 3 C=350 (B) -1 | 95,65 | 96,65 | 9,62 | 126,75 | 15,70 | 3,42 | 3,17 |
| Combinación 3 C=350 (B) -2 | 96,60 | 97,40 | 9,70 | 128,65 | 15,20 | 3,20 | |
| Combinación 3 C=350 (B) -3 | 97,65 | 96,75 | 9,72 | 124,45 | 13,40 | 2,91 | |
| Combinación 3 C=350 (C) -1 | 98,80 | 96,45 | 9,76 | 127,10 | 18,90 | 3,98 | 3,82 |
| Combinación 3 C=350 (C) -2 | 97,70 | 98,15 | 9,79 | 125,75 | 17,00 | 3,59 | |
| Combinación 3 C=350 (C) -3 | 98,35 | 97,85 | 9,81 | 123,70 | 18,10 | 3,88 | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46 Resistencia a Flexión de la combinación 4

| Característica (Rótulo probeta) | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura Promedio [cm] | Base de Rotura [mm] | Carga [KN] | Resistencia a tracción por flexión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|---|-------------------|
| Combinación 4 C=250 (A) -1 | 101,80 | 100,60 | 10,12 | 126,15 | 12,20 | 2,41 | 2,41 |
| Combinación 4 C=250 (A) -2 | 98,30 | 98,20 | 9,83 | 126,85 | 11,70 | 2,44 | |
| Combinación 4 C=250 (A) -3 | 99,80 | 98,60 | 9,92 | 129,35 | 11,90 | 2,38 | |
| Combinación 4 C=250 (B) -1 | 98,45 | 98,80 | 9,86 | 129,55 | 16,10 | 3,26 | 2,82 |
| Combinación 4 C=250 (B) -2 | 99,90 | 100,60 | 10,03 | 128,25 | 13,50 | 2,67 | |
| Combinación 4 C=250 (B) -3 | 101,50 | 99,20 | 10,04 | 128,70 | 12,90 | 2,54 | |
| Combinación 4 C=250 (C) -1 | 100,75 | 100,00 | 10,04 | 123,45 | 16,90 | 3,46 | 3,24 |
| Combinación 4 C=250 (C) -2 | 100,95 | 100,20 | 10,06 | 124,15 | 15,20 | 3,09 | |
| Combinación 4 C=250 (C) -3 | 100,60 | 96,80 | 9,87 | 127,40 | 15,40 | 3,16 | |
| Combinación 4 C=300 (A) -1 | 99,20 | 98,90 | 9,91 | 131,50 | 16,30 | 3,22 | 3,46 |
| Combinación 4 C=300 (A) -2 | 98,65 | 98,35 | 9,85 | 127,45 | 17,90 | 3,69 | |
| Combinación 4 C=300 (A) -3 | 101,30 | 98,60 | 10,00 | 127,30 | 17,30 | 3,47 | |
| Combinación 4 C=300 (B) -1 | 97,70 | 96,50 | 9,71 | 126,40 | 14,00 | 3,00 | 3,00 |
| Combinación 4 C=300 (B) -2 | 97,30 | 95,45 | 9,64 | 130,90 | 15,90 | 3,33 | |
| Combinación 4 C=300 (B) -3 | 96,65 | 97,75 | 9,72 | 125,50 | 12,40 | 2,67 | |
| Combinación 4 C=300 (C) -1 | 95,35 | 95,15 | 9,53 | 128,65 | 13,20 | 2,88 | 3,34 |
| Combinación 4 C=300 (C) -2 | 96,80 | 98,40 | 9,76 | 125,90 | 18,30 | 3,89 | |
| Combinación 4 C=300 (C) -3 | 97,85 | 97,65 | 9,78 | 129,70 | 15,80 | 3,25 | |
| Combinación 4 C=350 (A) -1 | 98,50 | 97,80 | 9,82 | 128,00 | 17,40 | 3,60 | 3,63 |
| Combinación 4 C=350 (A) -2 | 98,60 | 99,30 | 9,90 | 123,75 | 17,40 | 3,66 | |
| Combinación 4 C=350 (A) -3 | 98,30 | 98,55 | 9,84 | 126,35 | 17,40 | 3,62 | |
| Combinación 4 C=350 (B) -1 | 98,60 | 99,20 | 9,89 | 129,30 | 19,90 | 4,01 | 3,44 |
| Combinación 4 C=350 (B) -2 | 97,10 | 96,20 | 9,67 | 125,85 | 14,50 | 3,15 | |
| Combinación 4 C=350 (B) -3 | 96,80 | 94,75 | 9,58 | 124,30 | 14,10 | 3,15 | |
| Combinación 4 C=350 (C) -1 | 99,90 | 99,80 | 9,99 | 123,75 | 16,80 | 3,47 | 3,71 |
| Combinación 4 C=350 (C) -2 | 98,70 | 96,60 | 9,77 | 128,70 | 17,50 | 3,64 | |
| Combinación 4 C=230 (C) -3 | 98,60 | 99,20 | 9,89 | 129,30 | 19,90 | 4,01 | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47 Resistencia a Flexión de la combinación 5

| Característica (Rótulo probeta) | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura Promedio [cm] | Base de Rotura [mm] | Carga [KN] | Resistencia a tracción por flexión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|---|-------------------|
| Combinación 5 C=250 (A) -2 | 99,75 | 103,00 | 10,14 | 127,75 | 26,00 | 5,05 | 5,36 |
| Combinación 5 C=250 (A) -6 | 97,15 | 96,90 | 9,70 | 124,75 | 25,20 | 5,47 | |
| Combinación 5 C=250 (A) -8 | 97,45 | 97,30 | 9,74 | 123,10 | 25,40 | 5,55 | |
| Combinación 5 C=250 (B) -2 | 98,55 | 97,85 | 9,82 | 121,95 | 25,30 | 5,49 | 5,57 |
| Combinación 5 C=250 (B) -4 | 99,90 | 99,00 | 9,95 | 122,55 | 25,40 | 5,34 | |
| Combinación 5 C=250 (B) -8 | 98,30 | 97,25 | 9,78 | 125,60 | 27,70 | 5,88 | |
| Combinación 5 C=250 (C) -1 | 97,85 | 97,95 | 9,79 | 124,95 | 27,20 | 5,79 | 5,73 |
| Combinación 5 C=250 (C) -7 | 100,40 | 97,35 | 9,89 | 127,10 | 28,20 | 5,79 | |
| Combinación 5 C=250 (C) -9 | 97,10 | 97,35 | 9,72 | 126,25 | 26,30 | 5,62 | |
| Combinación 5 C=300 (A) -5 | 96,95 | 94,75 | 9,59 | 124,55 | 28,40 | 6,33 | 6,43 |
| Combinación 5 C=300 (A) -9 | 96,00 | 96,05 | 9,60 | 124,95 | 26,30 | 5,82 | |
| Combinación 5 C=300 (A) -12 | 96,25 | 95,35 | 9,58 | 122,35 | 31,50 | 7,15 | |
| Combinación 5 C=300 (B) -6 | 96,75 | 99,35 | 9,81 | 125,15 | 27,30 | 5,79 | 5,70 |
| Combinación 5 C=300 (B) -8 | 97,85 | 99,55 | 9,87 | 128,85 | 29,00 | 5,89 | |
| Combinación 5 C=300 (B) -12 | 96,25 | 96,85 | 9,66 | 125,40 | 24,80 | 5,41 | |
| Combinación 5 C=300 (C) -3 | 98,55 | 97,45 | 9,80 | 128,10 | 28,60 | 5,93 | 5,71 |
| Combinación 5 C=300 (C) -4 | 95,30 | 96,25 | 9,58 | 124,75 | 25,50 | 5,68 | |
| Combinación 5 C=300 (C) -6 | 97,65 | 97,30 | 9,75 | 125,65 | 25,90 | 5,53 | |
| Combinación 5 C=350 (A) -1 | 95,15 | 95,30 | 9,52 | 127,95 | 25,80 | 5,67 | 5,92 |
| Combinación 5 C=350 (A) -5 | 97,10 | 97,30 | 9,72 | 120,50 | 26,70 | 5,98 | |
| Combinación 5 C=350 (A) -12 | 99,20 | 98,05 | 9,86 | 129,30 | 30,20 | 6,12 | |
| Combinación 5 C=350 (B) -7 | 95,20 | 96,65 | 9,59 | 126,40 | 27,90 | 6,12 | 6,01 |
| Combinación 5 C=350 (B) -9 | 98,15 | 96,55 | 9,74 | 125,15 | 31,40 | 6,75 | |
| Combinación 5 C=350 (B) -12 | 97,30 | 99,60 | 9,85 | 126,55 | 24,90 | 5,18 | |
| Combinación 5 C=350 (C) -1 | 95,05 | 96,70 | 9,59 | 126,75 | 27,20 | 5,95 | 6,52 |
| Combinación 5 C=350 (C) -4 | 98,15 | 98,05 | 9,81 | 124,60 | 31,30 | 6,66 | |
| Combinación 5 C=350 (C) -9 | 95,60 | 95,70 | 9,57 | 125,35 | 31,30 | 6,96 | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48 Resistencia a Flexión de la combinación 6

| Característica (Rótulo probeta) | Altura 1 | Altura 2 | Altura Promedio | Base de Rotura | Carga | Resistencia a tracción por flexión | Promedio |
|------------------------------------|----------|----------|--------------------|-------------------|-------|--|----------|
| | [mm] | [mm] | [cm] | [mm] | [KN] | [Mpa] | [Mpa] |
| Combinación 6 C=250 (A) -2 | 98,40 | 98,65 | 9,85 | 127,35 | 23,40 | 4,83 | 5,12 |
| Combinación 6 C=250 (A) -5 | 97,70 | 97,45 | 9,76 | 127,10 | 23,40 | 4,93 | |
| Combinación 6 C=250 (A) -9 | 98,40 | 98,75 | 9,86 | 125,40 | 26,70 | 5,59 | |
| Combinación 6 C=250 (B) -2 | 98,80 | 97,65 | 9,82 | 123,30 | 23,10 | 4,95 | 4,72 |
| Combinación 6 C=250 (B) -6 | 97,60 | 96,45 | 9,70 | 125,25 | 19,90 | 4,30 | |
| Combinación 6 C=250 (B) -9 | 98,85 | 96,75 | 9,78 | 125,35 | 23,10 | 4,91 | |
| Combinación 6 C=250 (C) -6 | 98,90 | 98,65 | 9,88 | 122,40 | 21,00 | 4,48 | 4,91 |
| Combinación 6 C=250 (C) -8 | 99,65 | 97,15 | 9,84 | 125,45 | 22,40 | 4,70 | |
| Combinación 6 C=250 (C) -9 | 97,15 | 97,55 | 9,74 | 126,50 | 26,00 | 5,53 | |
| Combinación 6 C=300 (A) -2 | 96,55 | 95,70 | 9,61 | 126,95 | 21,70 | 4,72 | 5,52 |
| Combinación 6 C=300 (A) -6 | 94,75 | 96,45 | 9,56 | 122,35 | 26,50 | 6,04 | |
| Combinación 6 C=300 (A) -7 | 95,05 | 96,00 | 9,55 | 124,65 | 25,90 | 5,81 | |
| Combinación 6 C=300 (B) -1 | 94,65 | 95,15 | 9,49 | 126,70 | 20,90 | 4,67 | 5,34 |
| Combinación 6 C=300 (B) -6 | 97,10 | 100,20 | 9,87 | 128,75 | 29,70 | 6,04 | |
| Combinación 6 C=300 (B) -10 | 96,65 | 98,55 | 9,76 | 125,10 | 24,80 | 5,31 | |
| Combinación 6 C=300 (C) -4 | 97,60 | 96,65 | 9,71 | 128,05 | 26,20 | 5,53 | 5,74 |
| Combinación 6 C=300 (C) -5 | 95,65 | 95,10 | 9,54 | 125,95 | 26,00 | 5,79 | |
| Combinación 6 C=300 (C) -9 | 94,55 | 94,50 | 9,45 | 129,25 | 26,70 | 5,90 | |
| Combinación 6 C=350 (C) -2 | 94,10 | 94,05 | 9,41 | 129,30 | 22,60 | 5,04 | 5,55 |
| Combinación 6 C=350 (C) -3 | 94,55 | 95,35 | 9,50 | 124,75 | 26,00 | 5,89 | |
| Combinación 6 C=350 (C) -8 | 93,90 | 96,45 | 9,52 | 129,00 | 26,20 | 5,72 | |
| Combinación 6 C=350 (B) -3 | 94,25 | 96,15 | 9,52 | 129,20 | 28,50 | 6,21 | 5,86 |
| Combinación 6 C=350 (B) -6 | 94,30 | 94,90 | 9,46 | 131,20 | 24,70 | 5,36 | |
| Combinación 6 C=350 (B) -11 | 91,30 | 92,65 | 9,20 | 128,50 | 25,60 | 6,01 | |
| Combinación 6 C=350 (A) -3 | 97,10 | 96,05 | 9,66 | 127,65 | 25,60 | 5,48 | 5,98 |
| Combinación 6 C=350 (A) -9 | 97,15 | 96,80 | 9,70 | 124,65 | 33,50 | 7,29 | |
| Combinación 6 C=350 (A) -12 | 95,00 | 95,05 | 9,50 | 131,90 | 24,10 | 5,16 | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49 Resistencia a Flexión de la combinación 7

| Característica (Rótulo probeta) | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura Promedio [cm] | Base de Rotura [mm] | Carga [KN] | Resistencia a tracción por flexión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|------------------|------------------|-------------------------|------------------------|---------------|---|-------------------|
| Combinación 7 C=250 (X) -3 | 97,95 | 101,60 | 9,98 | 123,35 | 24,40 | 5,07 | 4,77 |
| Combinación 7 C=250 (X) -9 | 97,80 | 98,95 | 9,84 | 122,15 | 21,80 | 4,70 | |
| Combinación 7 C=250 (X) -12 | 97,00 | 96,05 | 9,65 | 127,90 | 21,20 | 4,54 | |
| Combinación 7 C=250 (Y) -2 | 99,30 | 100,35 | 9,98 | 122,30 | 25,20 | 5,27 | 4,96 |
| Combinación 7 C=250 (Y) -5 | 99,40 | 101,10 | 10,03 | 122,45 | 24,70 | 5,12 | |
| Combinación 7 C=250 (Y) -11 | 98,10 | 98,85 | 9,85 | 128,00 | 21,90 | 4,50 | |
| Combinación 7 C=250 (Z) -2 | 99,20 | 97,50 | 9,84 | 123,85 | 22,90 | 4,87 | 4,68 |
| Combinación 7 C=250 (Z) -8 | 95,55 | 96,30 | 9,59 | 123,50 | 20,90 | 4,69 | |
| Combinación 7 C=250 (Z) -12 | 99,60 | 100,30 | 10,00 | 121,75 | 21,30 | 4,47 | |
| Combinación 7 C=300 (X) -1 | 95,00 | 96,90 | 9,60 | 124,50 | 22,10 | 4,92 | 5,11 |
| Combinación 7 C=300 (X) -5 | 96,30 | 97,20 | 9,68 | 127,15 | 25,50 | 5,46 | |
| Combinación 7 C=300 (X) -6 | 93,65 | 95,90 | 9,48 | 125,10 | 21,80 | 4,95 | |
| Combinación 7 C=300 (Y) -2 | 97,90 | 96,65 | 9,73 | 125,65 | 23,50 | 5,04 | 5,15 |
| Combinación 7 C=300 (Y) -7 | 97,05 | 97,70 | 9,74 | 125,35 | 23,60 | 5,06 | |
| Combinación 7 C=300 (Y) -8 | 96,20 | 98,10 | 9,72 | 120,60 | 23,90 | 5,35 | |
| Combinación 7 C=300 (Z) -3 | 94,00 | 93,55 | 9,38 | 124,90 | 18,10 | 4,20 | 5,15 |
| Combinación 7 C=300 (Z) -5 | 96,00 | 97,80 | 9,69 | 126,45 | 24,30 | 5,22 | |
| Combinación 7 C=300 (Z) -6 | 95,70 | 95,40 | 9,56 | 123,90 | 26,70 | 6,02 | |
| Combinación 7 C=350 (X) -6 | 95,65 | 95,25 | 9,55 | 128,15 | 21,90 | 4,78 | 5,17 |
| Combinación 7 C=350 (X) -9 | 98,05 | 96,65 | 9,74 | 125,45 | 29,10 | 6,24 | |
| Combinación 7 C=350 (X) -12 | 95,95 | 95,30 | 9,56 | 124,60 | 20,10 | 4,50 | |
| Combinación 7 C=350 (Y) -9 | 96,30 | 97,20 | 9,68 | 127,15 | 25,50 | 5,46 | 5,26 |
| Combinación 7 C=350 (Y) -10 | 97,80 | 95,95 | 9,69 | 123,70 | 22,40 | 4,92 | |
| Combinación 7 C=350 (Y) -12 | 95,55 | 94,15 | 9,49 | 119,65 | 22,80 | 5,40 | |
| Combinación 7 C=350 (Z) -4 | 96,80 | 95,30 | 9,61 | 125,75 | 23,20 | 5,10 | 5,15 |
| Combinación 7 C=350 (Z) -6 | 96,20 | 97,25 | 9,67 | 125,00 | 24,10 | 5,25 | |
| Combinación 7 C=350 (Z) -12 | 97,45 | 95,30 | 9,64 | 127,35 | 23,70 | 5,11 | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50 Resistencia a Flexión de la combinación 8

| Característica (Rótulo probeta) | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura Promedio [cm] | Base de Rotura [mm] | Carga [KN] | Resistencia a tracción por flexión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|---|-------------------|
| Combinación 8 C=250 (X) -1 | 97,40 | 97,40 | 9,74 | 124,95 | 23,00 | 4,95 | 4,53 |
| Combinación 8 C=250 (X) -5 | 99,45 | 99,50 | 9,95 | 126,85 | 22,50 | 4,57 | |
| Combinación 8 C=250 (X) -8 | 103,00 | 99,85 | 10,14 | 126,20 | 20,80 | 4,09 | |
| Combinación 8 C=250 (Y) -1 | 98,50 | 99,05 | 9,88 | 117,85 | 23,60 | 5,23 | 4,73 |
| Combinación 8 C=250 (Y) -8 | 94,50 | 93,15 | 9,38 | 129,60 | 22,20 | 4,96 | |
| Combinación 8 C=250 (Y) -10 | 97,90 | 98,70 | 9,83 | 126,90 | 19,20 | 3,99 | |
| Combinación 8 C=250 (Z) -4 | 97,80 | 99,15 | 9,85 | 122,65 | 22,30 | 4,78 | 4,33 |
| Combinación 8 C=250 (Z) -5 | 97,75 | 97,90 | 9,78 | 126,70 | 20,50 | 4,31 | |
| Combinación 8 C=250 (Z) -12 | 99,30 | 98,95 | 9,91 | 126,10 | 19,00 | 3,91 | |
| Combinación 8 C=300 (X) -4 | 94,70 | 95,05 | 9,49 | 126,55 | 21,40 | 4,79 | 4,96 |
| Combinación 8 C=300 (X) -5 | 90,60 | 92,90 | 9,18 | 130,90 | 22,90 | 5,30 | |
| Combinación 8 C=300 (X) -11 | 97,85 | 98,80 | 9,83 | 121,55 | 22,10 | 4,80 | |
| Combinación 8 C=300 (Y) -5 | 96,40 | 96,30 | 9,64 | 125,65 | 22,80 | 4,98 | 4,92 |
| Combinación 8 C=300 (Y) -8 | 97,20 | 98,80 | 9,80 | 125,50 | 23,70 | 5,01 | |
| Combinación 8 C=300 (Y) -12 | 97,05 | 98,50 | 9,78 | 122,25 | 21,80 | 4,76 | |
| Combinación 8 C=300 (Z) -3 | 98,50 | 97,05 | 9,78 | 125,45 | 22,40 | 4,76 | 5,11 |
| Combinación 8 C=300 (Z) -8 | 99,30 | 97,30 | 9,83 | 122,35 | 24,10 | 5,20 | |
| Combinación 8 C=300 (Z) -9 | 97,65 | 95,75 | 9,67 | 127,20 | 25,10 | 5,38 | |
| Combinación 8 C=350 (X) -2 | 95,80 | 96,50 | 9,62 | 124,45 | 21,90 | 4,85 | 5,28 |
| Combinación 8 C=350 (X) -5 | 95,40 | 94,70 | 9,51 | 124,90 | 25,10 | 5,67 | |
| Combinación 8 C=350 (X) -11 | 98,45 | 98,00 | 9,82 | 124,55 | 25,10 | 5,33 | |
| Combinación 8 C=350 (Y) -2 | 98,20 | 98,60 | 9,84 | 121,90 | 25,00 | 5,40 | 5,72 |
| Combinación 8 C=350 (Y) -10 | 99,70 | 99,10 | 9,94 | 125,15 | 30,60 | 6,31 | |
| Combinación 8 C=350 (Y) -12 | 97,30 | 98,80 | 9,81 | 124,85 | 25,70 | 5,46 | |
| Combinación 8 C=350 (Z) -1 | 95,50 | 96,60 | 9,61 | 122,75 | 23,50 | 5,29 | 5,59 |
| Combinación 8 C=350 (Z) -8 | 98,50 | 99,20 | 9,89 | 124,25 | 24,40 | 5,12 | |
| Combinación 8 C=350 (Z) -9 | 96,60 | 97,10 | 9,69 | 127,70 | 29,80 | 6,34 | |

Fuente: Elaboración Propia

4.5.2 Análisis de Duncan y Anova para Flexión

Tabla 51 Valores iniciales del análisis Anova y Duncan - Flexión
 Datos de la resistencia a flexión para el análisis de Anova
 Diseño de factores cantidad de cemento y tamaño máximo de agregados
 (Datos experimentales-resultado del promedio de 3 réplicas)

| Resistencia a flexión - Datos de análisis | | | |
|--|---|------|------|
| Combinación de agregados | Cantidad de cemento [Kg/m ³] en la mezcla de hormigón | | |
| | 250 | 300 | 350 |
| Combinación N°1 | 3.73 | 3.87 | 4.45 |
| | 4.02 | 4.14 | 4.15 |
| | 3.90 | 4.10 | 4.59 |
| Combinación N°2 | 3.35 | 4.40 | 4.12 |
| | 3.40 | 4.48 | 4.95 |
| | 4.06 | 4.26 | 4.79 |
| Combinación N°3 | 2.99 | 3.60 | 3.68 |
| | 2.98 | 3.36 | 3.17 |
| | 3.02 | 3.02 | 3.82 |
| Combinación N°4 | 2.41 | 3.46 | 3.63 |
| | 2.82 | 3.00 | 3.44 |
| | 3.24 | 3.34 | 3.71 |
| Combinación N°5 | 5.36 | 6.43 | 5.92 |
| | 5.57 | 5.70 | 6.01 |
| | 5.73 | 5.71 | 6.52 |
| Combinación N°6 | 5.12 | 5.52 | 5.55 |
| | 4.72 | 5.34 | 5.86 |
| | 4.91 | 5.74 | 5.98 |
| Combinación N°7 | 4.77 | 5.11 | 5.17 |
| | 4.96 | 5.15 | 5.26 |
| | 4.68 | 5.15 | 5.15 |
| Combinación N°8 | 4.53 | 4.96 | 5.28 |
| | 4.73 | 4.92 | 5.72 |
| | 4.33 | 5.11 | 5.59 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52 Valores promedios del análisis de Anova y Duncan - Flexión
 Datos de la resistencia a flexión - Promedio final de las 3 repeticiones
 (1 repetición es el promedio de tres roturas)

| Resistencia a flexión - Promedio final de los resultados por combinación | | | |
|---|---|------|------|
| Combinación de Agregados | Cantidad de cemento [Kg/m ³] en la mezcla de hormigón | | |
| | 250 | 300 | 350 |
| Combinación N°1 | 3.88 | 4.04 | 4.40 |
| Combinación N°2 | 3.60 | 4.38 | 4.62 |
| Combinación N°3 | 3.00 | 3.32 | 3.56 |
| Combinación N°4 | 2.82 | 3.27 | 3.59 |
| Combinación N°5 | 5.55 | 5.95 | 6.15 |
| Combinación N°6 | 4.91 | 5.53 | 5.80 |
| Combinación N°7 | 4.80 | 5.14 | 5.20 |
| Combinación N°8 | 4.53 | 5.00 | 5.53 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53 Tabla del análisis de Anova para la resistencia a flexión
Tamaño Máximo (TMN) 3/8", N^o4, 3/4" - Cantidad de cemento 250,300 y 350 [Kg/m³]

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados Medios | Razón F _c | Fisher (F _i) | |
|---|--------------------|-------------------|------------------|----------------------|--------------------------|-------------|
| | | | | | alfa = 0.01 | alfa = 0.05 |
| Repetición | 2 | 0.223 | 0.112 | 1.879 | 5.12 | 3.21 |
| Efectos principales A (Combinación de agregados) | 7 | 59.764 | 8.538 | 143.787 | 3.07 | 2.23 |
| B (Cantidad Cemento) | 2 | 6.280 | 3.140 | 52.883 | 5.12 | 3.21 |
| Interacción AB | 14 | 0.774 | 0.055 | 0.931 | 2.32 | 1.81 |
| Error | 46 | 2.731 | 0.059 | | | |
| Total | 71 | 69.773 | | | | |

F_c > F_i región crítica de rechazo a H₀

Fuente: Elaboración Propia

- Conclusión:**
- 1.- La repetición no es significativa alfa = 0.01 y 0.05
 - 2.- El tamaño de agregado (factor A) es significativo para alfa = 0.01 y 0.05
 - 3.- La cantidad de cemento (factor B) es significativa para alfa = 0.05 y para alfa = 0.01
 - 4.- La interacción de los factores A y B no es significativa para alfa = 0.05 y no para alfa = 0.01
- Nótese que los ensayos mostraron, fruto del análisis estadístico, una mayor influencia significativa de las combinaciones de agregados realizadas en la investigación más que la influencia misma de la cantidad de cemento.
 - Se puede observar que la interacción entre los factores A y B no fue significativa.

Tabla 54 Matriz general de análisis de Duncan para flexión

| valor mayor | Ŷ52= | Ŷ63= | Ŷ51= | Ŷ62= | Ŷ83= | Ŷ73= | Ŷ72= | Ŷ82= | Ŷ61= | Ŷ71= | Ŷ23= | Ŷ81= | Ŷ13= | Ŷ22= | Ŷ12= | Ŷ11= | Ŷ21= | Ŷ43= | Ŷ33= | Ŷ32= | Ŷ42= | Ŷ31= | Ŷ41= | p | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| | 5,95 | 5,80 | 5,55 | 5,53 | 5,53 | 5,20 | 5,14 | 5,00 | 4,91 | 4,80 | 4,62 | 4,53 | 4,40 | 4,38 | 4,04 | 3,88 | 3,60 | 3,59 | 3,56 | 3,32 | 3,27 | 3,00 | 2,82 | | | |
| Ŷ53= | 6,15 | 0,21 | 0,36 | 0,60 | 0,62 | 0,96 | 1,02 | 1,16 | 1,24 | 1,35 | 1,53 | 1,62 | 1,76 | 1,77 | 2,12 | 2,27 | 2,55 | 2,56 | 2,60 | 2,83 | 2,89 | 3,16 | 3,33 | 24 | | |
| Ŷ52= | 5,95 | | 0,15 | 0,39 | 0,41 | 0,42 | 0,75 | 0,81 | 0,95 | 1,03 | 1,15 | 1,33 | 1,42 | 1,55 | 1,57 | 1,91 | 2,07 | 2,35 | 2,36 | 2,39 | 2,62 | 2,68 | 2,95 | 3,12 | 23 | |
| Ŷ63= | 5,80 | | | 0,24 | 0,26 | 0,26 | 0,60 | 0,66 | 0,80 | 0,88 | 0,99 | 1,17 | 1,26 | 1,40 | 1,41 | 1,76 | 1,91 | 2,20 | 2,20 | 2,24 | 2,47 | 2,53 | 2,80 | 2,97 | 22 | |
| Ŷ51= | 5,55 | | | | 0,02 | 0,02 | 0,36 | 0,42 | 0,56 | 0,64 | 0,75 | 0,93 | 1,02 | 1,15 | 1,17 | 1,52 | 1,67 | 1,95 | 1,96 | 2,00 | 2,23 | 2,29 | 2,56 | 2,73 | 21 | |
| Ŷ62= | 5,53 | | | | | 0,00 | 0,34 | 0,40 | 0,54 | 0,62 | 0,73 | 0,91 | 1,00 | 1,13 | 1,15 | 1,50 | 1,65 | 1,93 | 1,94 | 1,98 | 2,21 | 2,27 | 2,54 | 2,71 | 20 | |
| Ŷ83= | 5,53 | | | | | | 0,34 | 0,40 | 0,53 | 0,62 | 0,73 | 0,91 | 1,00 | 1,13 | 1,15 | 1,49 | 1,65 | 1,93 | 1,94 | 1,97 | 2,21 | 2,26 | 2,53 | 2,71 | 19 | |
| Ŷ73= | 5,20 | | | | | | | 0,06 | 0,20 | 0,28 | 0,39 | 0,57 | 0,66 | 0,80 | 0,82 | 1,16 | 1,31 | 1,60 | 1,61 | 1,64 | 1,87 | 1,93 | 2,20 | 2,37 | 18 | |
| Ŷ72= | 5,14 | | | | | | | | 0,14 | 0,22 | 0,33 | 0,51 | 0,60 | 0,74 | 0,76 | 1,10 | 1,25 | 1,54 | 1,55 | 1,58 | 1,81 | 1,87 | 2,14 | 2,31 | 17 | |
| Ŷ82= | 5,00 | | | | | | | | | 0,08 | 0,20 | 0,38 | 0,47 | 0,60 | 0,62 | 0,96 | 1,12 | 1,40 | 1,41 | 1,44 | 1,67 | 1,73 | 2,00 | 2,17 | 16 | |
| Ŷ61= | 4,91 | | | | | | | | | | 0,11 | 0,29 | 0,38 | 0,52 | 0,53 | 0,88 | 1,03 | 1,32 | 1,32 | 1,36 | 1,59 | 1,65 | 1,92 | 2,09 | 15 | |
| Ŷ71= | 4,80 | | | | | | | | | | | 0,18 | 0,27 | 0,40 | 0,42 | 0,77 | 0,92 | 1,20 | 1,21 | 1,25 | 1,48 | 1,54 | 1,80 | 1,98 | 14 | |
| Ŷ23= | 4,62 | | | | | | | | | | | | 0,09 | 0,22 | 0,24 | 0,59 | 0,74 | 1,02 | 1,03 | 1,07 | 1,30 | 1,36 | 1,62 | 1,80 | 13 | |
| Ŷ81= | 4,53 | | | | | | | | | | | | | 0,13 | 0,15 | 0,50 | 0,65 | 0,93 | 0,94 | 0,98 | 1,21 | 1,27 | 1,53 | 1,71 | 12 | |
| Ŷ13= | 4,40 | | | | | | | | | | | | | | 0,02 | 0,36 | 0,52 | 0,80 | 0,81 | 0,84 | 1,07 | 1,13 | 1,40 | 1,58 | 11 | |
| Ŷ22= | 4,38 | | | | | | | | | | | | | | | 0,34 | 0,50 | 0,78 | 0,79 | 0,82 | 1,06 | 1,11 | 1,38 | 1,56 | 10 | |
| Ŷ12= | 4,04 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,15 | 0,44 | 0,45 | 0,48 | 0,71 | 0,77 | 1,04 | 1,21 | 9 | |
| Ŷ11= | 3,88 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,28 | 0,29 | 0,33 | 0,56 | 0,62 | 0,88 | 1,06 | 8 | |
| Ŷ21= | 3,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,01 | 0,04 | 0,28 | 0,33 | 0,60 | 0,78 | 7 |
| Ŷ43= | 3,59 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,03 | 0,27 | 0,32 | 0,59 | 0,77 | 6 |
| Ŷ33= | 3,56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,23 | 0,29 | 0,56 | 0,73 | 5 |
| Ŷ32= | 3,32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,06 | 0,33 | 0,50 | 4 |
| Ŷ42= | 3,27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,27 | 0,44 | 3 |
| Ŷ31= | 3,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,17 | 2 |

Fuente: Elaboración propia

valores no significativos
valores significativos

Cantidad de cemento 350 Kg
Cantidad de cemento 300 Kg
Cantidad de cemento 250 Kg

Ŷ_{ij}

i= # de combinacion de agregado (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C8)
J= Cantidad de Cemento (1 =250 Kg , 2=300 Kg y 3=350 Kg)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55 Matriz de comparación por el método de Duncan -Flexión con 250 [Kg/m³]

| | | | C-5 | C-6 | C-7 | C-8 | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 |
|-----|------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | $\hat{Y}_{51} =$ | 5.55 | | | | | | | | |
| | $\hat{Y}_{61} =$ | 4.91 | | | | | | | | |
| | $\hat{Y}_{71} =$ | 4.8 | | | | | | | | |
| | $\hat{Y}_{81} =$ | 4.53 | | | | | | | | |
| | $\hat{Y}_{11} =$ | 3.88 | | | | | | | | |
| | $\hat{Y}_{21} =$ | 3.6 | | | | | | | | |
| | $\hat{Y}_{31} =$ | 3 | | | | | | | | |
| C-5 | $\hat{Y}_{51} =$ | 5.55 | | | | | | | | |
| C-6 | $\hat{Y}_{61} =$ | 4.91 | | | | | | | | |
| C-7 | $\hat{Y}_{71} =$ | 4.8 | | | | | | | | |
| C-8 | $\hat{Y}_{81} =$ | 4.53 | | | | | | | | |
| C-1 | $\hat{Y}_{11} =$ | 3.88 | | | | | | | | |
| C-2 | $\hat{Y}_{21} =$ | 3.6 | | | | | | | | |
| C-3 | $\hat{Y}_{31} =$ | 3 | | | | | | | | |

\hat{Y}_{ij} donde: i= C-1= Combinación 1, se sigue el mismo criterio para C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7 y C-8. J=1=cemento 250 kg

valores no significativos

valores significativos

El gráfico anterior corresponde a la prueba de Duncan, para 8 combinaciones de agregado y 250 [Kg/m³] de cantidad de cemento. Este método compara las medias de resistencias a flexión, por lo que el análisis establece la significancia estadística siguiente:

- La combinación c5 tiene diferencia significativa con las combinaciones c6,c7,c8,c1,c2,c3, y c4
- La combinación c6 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5,c1,c2,c3,y c4 asimismo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c6,c7, y c8
- La combinación c7 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c1, c2, c3, y c4 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c7, c6, y c8.
- La combinación c8 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c1, c2, c3, y c4 al mismo tiempo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c8, c6, y c7.
- La combinación c1 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c6, c7, c8, c3 y c4 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c1, y c2.
- La combinación c2 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c6, c7, c8, c3 y c4, también se ve que no hay diferencia significativa entre las combinaciones c2, y c1.
- La combinación c3 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c6, c7, c8, c1 y c2 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c3, y c4.

Tabla 56 Matriz de comparación por el método de Duncan - Flexión con 300 [Kg/m³]

| | | | C-5 | C-6 | C-7 | C-8 | C-2 | C-1 | C-3 | C-4 |
|-----|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Ŷ 52= | 5.95 | | | | | | | | |
| | Ŷ 62= | 5.53 | | | | | | | | |
| | Ŷ 72= | 5.14 | | | | | | | | |
| | Ŷ 82= | 5 | | | | | | | | |
| | Ŷ 22= | 4.38 | | | | | | | | |
| | Ŷ 12= | 4.04 | | | | | | | | |
| | Ŷ 32= | 3.32 | | | | | | | | |
| C-5 | Ŷ 52= | 5.95 | | | | | | | | |
| C-6 | Ŷ 62= | 5.53 | | | | | | | | |
| C-7 | Ŷ 72= | 5.14 | | | | | | | | |
| C-8 | Ŷ 82= | 5 | | | | | | | | |
| C-2 | Ŷ 22= | 4.38 | | | | | | | | |
| C-1 | Ŷ 12= | 4.04 | | | | | | | | |
| C-3 | Ŷ 32= | 3.32 | | | | | | | | |

Ŷ_{ij} donde: i= C-1= Combinación 1, se sigue el mismo criterio para C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7 y C-8. J=2=cemento 300 kg

valores no significativos

valores significativos



El gráfico anterior corresponde a la prueba de Duncan, para 8 combinaciones de agregado y 300 [Kg/m³] de cantidad de cemento. Este método compara las medias de resistencias a flexión, por lo que el análisis establece la significancia estadística siguiente:

- La combinación c5 tiene diferencia significativa con las combinaciones c7,c8,c2,c1,c3,y c4 asimismo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c5, y c6
- La combinación c6 tiene diferencia significativa con las combinaciones c8,c2,c1,c3,y c4 edemas no hay diferencia significativa entre las combinaciones c6,c5, y c7
- La combinación c7 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5,c2,c1,c3,y c4 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c7,c6, y c8
- La combinación c8 tiene diferencia significativa con las combinacionesc5,c6,c2,c1,c3 y c4 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c8, y c7
- La combinación c2 tiene diferencia significativa con las combinacionesc5,c6,c7,c8,c3 y c4 al mismo tiempo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c2, y c1
- La combinación c1 tiene diferencia significativa con las combinacionesc5,c6,c7,c8,c3 y c4 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c1, y c2
- La combinación c3 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5,c6,c7,c8,c2 y c1 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c3, y c4

Tabla 57 Matriz de comparación por el método de Duncan - Flexión con 350 [Kg/m³]

| | | | C-5 | C-6 | C-8 | C-7 | C-2 | C-1 | C-4 | C-3 |
|-----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | Ŷ 53= | Ŷ 63= | Ŷ 83= | Ŷ 73= | Ŷ 23= | Ŷ 13= | Ŷ 43= | Ŷ 33= |
| | | | 6.15 | 5.8 | 5.53 | 5.2 | 4.62 | 4.4 | 3.59 | 3.56 |
| C-5 | Ŷ 53= | 6.15 | | | | | | | | |
| C-6 | Ŷ 63= | 5.8 | | | | | | | | |
| C-8 | Ŷ 83= | 5.53 | | | | | | | | |
| C-7 | Ŷ 73= | 5.2 | | | | | | | | |
| C-2 | Ŷ 23= | 4.62 | | | | | | | | |
| C-1 | Ŷ 13= | 4.4 | | | | | | | | |
| C-4 | Ŷ 43= | 3.59 | | | | | | | | |

Ŷ_{ij} donde: i= C-1= Combinación 1, se sigue el mismo criterio para C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7 y C-8. J=3=cemento 350 kg

valores no significativos

valores significativos

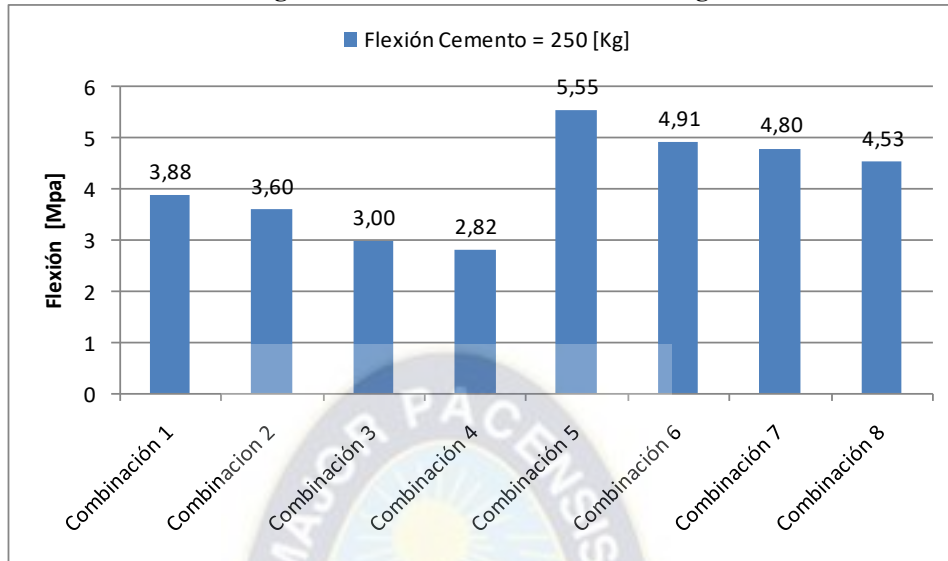


El gráfico anterior corresponde a la prueba de Duncan, para 8 combinaciones de agregado y 350 [Kg/m³] de cantidad de cemento. Este método compara las medias de resistencias a flexión, por lo que el análisis establece la significancia estadística siguiente:

- La combinación c5 tiene diferencia significativa con las combinaciones c8, c7, c2, c1, c4, y c3 al mismo tiempo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c5, y c6.
- La combinación c6 tiene diferencia significativa con las combinaciones c7,c2,c1,c4,y c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c6,c5, y c8
- La combinación c8 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c2, c1, c4, y c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c8, c6, y c7.
- La combinación c7 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c6, c2, c1, c4 y c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c7, y c8.
- La combinación c2 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c6, c8, c7, c4 y c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c2, y c1.
- La combinación c1 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c6, c8, c7, c4 y c3 también se tiene que no hay diferencia significativa entre las combinaciones c1, y c2.
- La combinación c4 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c6, c8, c7, c2 y c1 asimismo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c4, y c3.

4.5.3 Análisis de las mejores combinaciones de la Resistencia a Flexión

Figura 20 Resumen Flexión C = 250 [Kg]

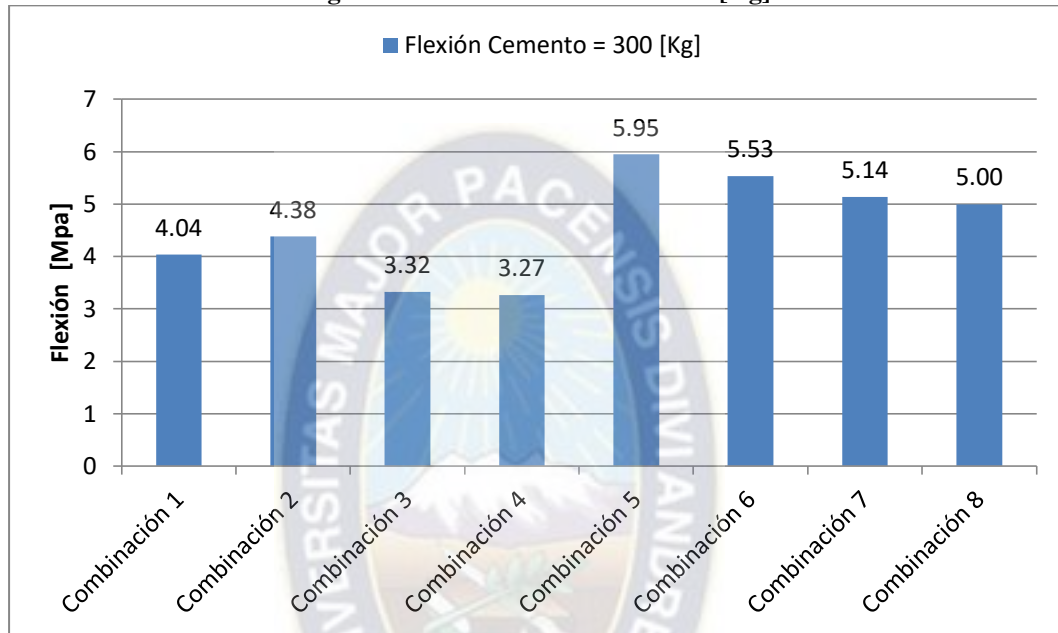


Fuente: Elaboración Propia

- Como se puede observar en el gráfico 6, para una cantidad de cemento de 250 [Kg/m³] en la mezcla, en las diferentes combinaciones de agregado, la resistencia a flexión máxima fue obtenida por la combinación 5 y por el contrario la resistencia a flexión mínima fue obtenida con la combinación de agregados 4.
- Nótese también (Gráfico 6) que las combinaciones 5, 6, 7 y 8 (grupo de mayores resistencias) son los que mejores resultados a flexión han desarrollado, donde una de las características es la presencia de grava chancada de Vilaque, que define la granulometría de estas combinaciones en tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ".
- El grupo de las combinaciones 1, 2, 3 y 4 (grupo de menores resistencias), presentan como característica el tamaño máximo nominal de $\frac{3}{8}$ " y N° 4 .
- Ahora bien, haciendo un análisis de combinaciones en ambos grupos, es decir (Combinaciones 3, 4, 7 y 8) se caracterizan por presentar reducida resistencia a flexión en afinidad a combinaciones parecidas en cada grupo, donde la reducción de resistencia de estas combinaciones es influenciada por la presencia de agregado fino de Chacoma, el cual mostró claramente un efecto negativo en la resistencia de los adoquines.
- El análisis de Varianza (tabla 53) y la prueba de Duncan (tabla 55), muestran que al comparar las medias de los valores de resistencia a flexión se verifica que el valor analizado producto de cada combinación de agregado, presenta un rango de resistencias a flexión de 2.82 [Mpa]

a 5.55 [Mpa], donde se advierte de modo general que entre valores adyacentes no existe diferencia significativa, sin embargo los valores que no son adyacentes presentan diferencias significativas, por lo cual la variable combinación de agregado, con diferente tamaño máximo (TMN) presente en la mezcla de hormigón influye en la variación de la resistencia a flexión.

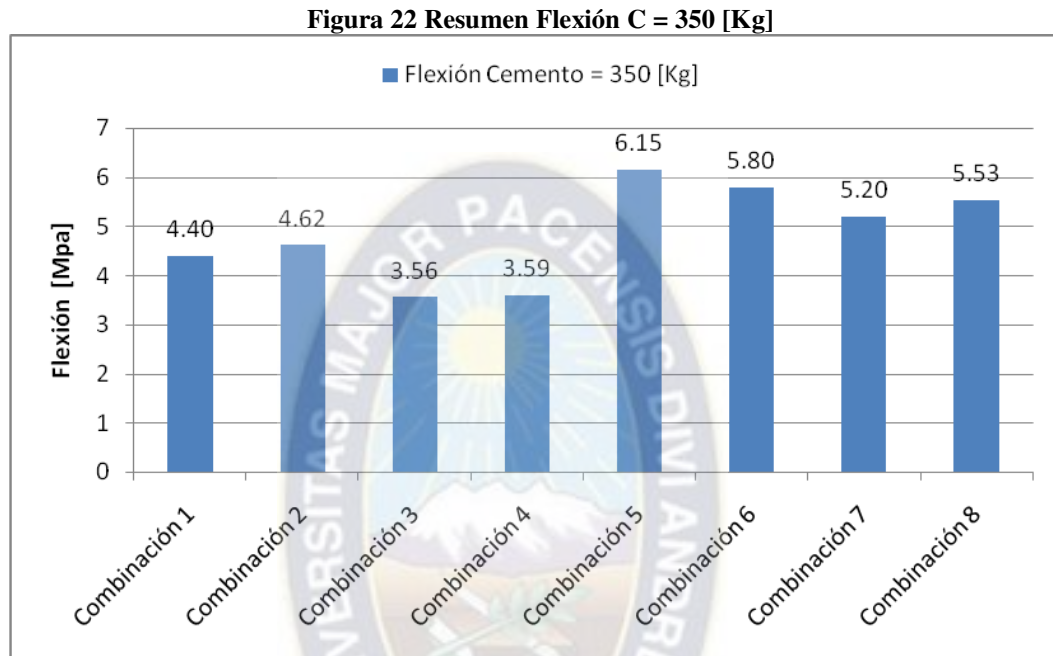
Figura 21 Resumen Flexión C = 300 [Kg]



Fuente: Elaboración Propia

- Como se puede observar en el gráfico 7, para una cantidad de cemento de 300 [Kg/m³] en la mezcla de hormigón, la resistencia a flexión máxima fue obtenida con la combinación 5 y por el contrario la resistencia a flexión mínima fue obtenida con la combinación de agregados 4.
- Nótese también (Gráfico 7) que las combinaciones 5, 6, 7 y 8 componen el grupo que presentan las mejores resistencias a flexión, donde la característica principal es la grava Vilaque que además define el tamaño máximo nominal en ¾".
- Ahora bien, en el análisis general de ambos grupos se puede observar que las combinaciones (3, 4, 7 y 8) presentan resistencias reducidas en el grupo respectivo, lo que nos lleva a inferir que la arena de Chacoma influye en la reducción de estas resistencias.
- El análisis de Varianza (tabla 53) y la prueba de Duncan (tabla 56), muestran que al comparar las medias de los valores de resistencia a flexión se verifica que el valor analizado producto de cada combinación de agregado, presenta un rango de resistencias a flexión de 3.27 [Mpa] a 5.95 [Mpa], donde se tiene de modo general que entre valores adyacentes no existe

diferencia significativa, sin embargo los valores que no son adyacentes presentan diferencias significativas, por lo cual la variable combinación de agregado, con diferente tamaño máximo (TMN), presente en la elaboración de la mezcla de hormigón, influye en la variación de la resistencia a flexión.



Fuente: Elaboración Propia

- Como se puede observar en el gráfico 8, para una cantidad de cemento en la mezcla de 350 [Kg/m³], la resistencia a flexión máxima fue obtenida por la combinación 5 y por el contrario la resistencia a flexión mínima fue obtenida con la combinación de agregados 3.
- Nótese también (Gráfico 8) que las combinaciones 5,6,7 y 8 (grupo de mayores resistencias y TMN ¾”) son las que mejores resultados a flexión han desarrollado en comparación con las combinaciones 1,2,3 y 4 (grupo de menores resistencias de TMN N°4 y 3/8”).
- El análisis de Varianza (tabla 53) y Duncan (tabla 57), muestran que las medias de los valores a flexión presentan un rango de resistencias a flexión de 3.56 [Mpa] a 6.15 [Mpa], donde se advierte de modo general que entre valores adyacentes no existe diferencia significativa, sin embargo los valores que no son adyacentes presentan diferencias significativas, por lo cual la variable combinación de agregado, con diferente Tamaño Máximo Nominal (TMN), influye en la mezcla de hormigón para que exista variación de la resistencia a flexión.

4.6 Análisis de datos para Compresión (Combinaciones 1,2,3,4,5,6,7 y 8)

4.6.1 Resultados de los Ensayos de la Resistencia a Compresión

Tabla 58 Resistencia a Compresión de la combinación 1 C=250 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 1 C = 250 A - 1 | 123,90 | 122,04 | 118,10 | 115,36 | 97,90 | 97,76 | 14078,55 | 230,00 | 16,34 | 20,17 | 25,26 |
| | 120,45 | | 113,45 | | 97,85 | | | | | | |
| | 120,80 | | 117,50 | | 97,70 | | | | | | |
| | 123,00 | | 112,40 | | 97,60 | | | | | | |
| | 121,80 | | 118,45 | | 100,15 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 A - 2 | 120,30 | 120,60 | 114,00 | 119,73 | 100,05 | 100,65 | 14438,84 | 408,00 | 28,26 | | |
| | 119,20 | | 119,75 | | 100,80 | | | | | | |
| | 121,10 | | 126,70 | | 101,60 | | | | | | |
| | 122,65 | | 114,05 | | 96,80 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 A - 3 | 120,00 | 121,53 | 114,65 | 118,90 | 97,80 | 97,41 | 14449,32 | 230,00 | 15,92 | | |
| | 120,75 | | 120,90 | | 97,45 | | | | | | |
| | 122,70 | | 126,00 | | 97,60 | | | | | | |
| | 120,20 | | 116,55 | | 99,10 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 B - 1 | 120,70 | 121,29 | 114,55 | 118,98 | 99,30 | 99,13 | 14430,18 | 344,00 | 23,84 | | |
| | 120,30 | | 119,90 | | 99,10 | | | | | | |
| | 123,95 | | 124,90 | | 99,00 | | | | | | |
| | 122,60 | | 115,40 | | 97,90 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 B - 2 | 119,20 | 120,59 | 111,50 | 116,99 | 97,70 | 98,25 | 14107,23 | 358,00 | 25,38 | | |
| | 119,50 | | 117,40 | | 98,10 | | | | | | |
| | 121,05 | | 123,65 | | 99,30 | | | | | | |
| | 122,30 | | 116,95 | | 118,20 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 B - 3 | 119,55 | 121,01 | 111,70 | 114,79 | 119,00 | 117,48 | 13890,72 | 430,00 | 30,96 | | |
| | 118,70 | | 118,40 | | 118,70 | | | | | | |
| | 123,50 | | 112,10 | | 114,00 | | | | | | |
| | 119,20 | | 113,30 | | 101,30 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 C - 1 | 120,20 | 120,08 | 110,65 | 112,66 | 102,20 | 102,50 | 13527,95 | 410,00 | 30,31 | | |
| | 121,40 | | 114,60 | | 102,80 | | | | | | |
| | 119,50 | | 112,10 | | 103,70 | | | | | | |
| | 122,40 | | 112,20 | | 101,10 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 C - 2 | 119,20 | 120,28 | 118,90 | 116,75 | 100,00 | 99,68 | 14042,11 | 370,00 | 26,35 | | |
| | 118,80 | | 116,10 | | 99,00 | | | | | | |
| | 120,70 | | 119,80 | | 98,60 | | | | | | |
| | 120,20 | | 108,80 | | 100,00 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 C - 3 | 120,00 | 120,60 | 107,10 | 105,10 | 100,15 | 100,24 | 12675,06 | 380,00 | 29,98 | | |
| | 120,80 | | 101,40 | | 100,40 | | | | | | |
| | 121,40 | | 103,10 | | 100,40 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59 Resistencia a Compresión de la combinación 1 C=300 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 1 C = 300 A - 1 | 121,10 | 119,83 | 120,00 | 122,09 | 95,40 | 96,05 | 14629,13 | 330,00 | 22,56 | | |
| | 118,80 | | 118,50 | | 96,10 | | | | | | |
| | 118,90 | | 121,95 | | 96,00 | | | | | | |
| | 120,50 | | 127,90 | | 96,70 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 A - 2 | 121,80 | 120,76 | 115,50 | 119,00 | 97,10 | 96,66 | 14370,74 | 342,00 | 23,80 | 25,96 | |
| | 119,50 | | 114,80 | | 96,85 | | | | | | |
| | 119,35 | | 119,20 | | 96,50 | | | | | | |
| | 122,40 | | 126,50 | | 96,20 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 A - 3 | 125,30 | 122,78 | 117,40 | 118,90 | 96,40 | 95,93 | 14597,95 | 460,00 | 31,51 | | |
| | 122,20 | | 118,40 | | 95,40 | | | | | | |
| | 120,60 | | 115,70 | | 96,10 | | | | | | |
| | 123,00 | | 124,10 | | 95,80 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 B - 1 | 121,15 | 120,79 | 115,50 | 117,18 | 99,00 | 97,93 | 14153,28 | 454,00 | 32,08 | | |
| | 119,80 | | 112,80 | | 98,30 | | | | | | |
| | 120,70 | | 116,90 | | 97,20 | | | | | | |
| | 121,50 | | 123,50 | | 97,20 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 B - 2 | 121,80 | 121,31 | 116,10 | 118,74 | 98,10 | 98,88 | 14404,34 | 410,00 | 28,46 | 30,97 | 29,38 |
| | 120,95 | | 114,90 | | 98,50 | | | | | | |
| | 121,60 | | 118,75 | | 99,10 | | | | | | |
| | 120,90 | | 125,20 | | 99,80 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 B - 3 | 123,15 | 122,14 | 118,10 | 117,33 | 95,70 | 96,33 | 14329,78 | 464,00 | 32,38 | | |
| | 121,20 | | 113,40 | | 96,00 | | | | | | |
| | 121,40 | | 116,70 | | 96,50 | | | | | | |
| | 122,80 | | 121,10 | | 97,10 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 C - 1 | 121,80 | 121,68 | 117,30 | 117,90 | 97,15 | 97,74 | 14345,48 | 408,00 | 28,44 | | |
| | 122,00 | | 113,90 | | 97,30 | | | | | | |
| | 121,60 | | 118,00 | | 97,60 | | | | | | |
| | 121,30 | | 122,40 | | 98,90 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 C - 2 | 123,10 | 121,50 | 114,35 | 116,30 | 112,00 | 106,05 | 14130,45 | 410,00 | 29,02 | 31,22 | |
| | 120,50 | | 114,10 | | 111,60 | | | | | | |
| | 120,00 | | 112,15 | | 100,90 | | | | | | |
| | 122,40 | | 124,60 | | 99,70 | | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 C - 3 | 123,60 | 121,48 | 113,40 | 116,38 | 95,70 | 95,58 | 14136,65 | 512,00 | 36,22 | | |
| | 120,80 | | 111,40 | | 95,80 | | | | | | |
| | 120,00 | | 116,60 | | 95,60 | | | | | | |
| | 121,50 | | 124,10 | | 95,20 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60 Resistencia a Compresión de la combinación 1 C=350 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] | | |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------|-------|
| Combinación 1 C = 350 A - 1 | 125,75 | 124,69 | 126,50 | 119,44 | 95,00 | 95,39 | 14892,36 | 484,00 | 32,50 | 27,74 | 34,58 | | |
| | 124,80 | | 113,60 | | 95,35 | | | | | | | | |
| | 123,80 | | 120,20 | | 95,70 | | | | | | | | |
| | 124,40 | | 117,45 | | 95,50 | | | | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 A - 2 | 125,00 | 124,04 | 116,00 | 117,88 | 94,15 | 93,95 | 14620,92 | 280,00 | 19,15 | 27,74 | | 34,58 | |
| | 123,65 | | 112,70 | | 94,25 | | | | | | | | |
| | 122,90 | | 117,20 | | 94,20 | | | | | | | | |
| | 124,60 | | 125,60 | | 93,20 | | | | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 A - 3 | 124,90 | 123,23 | 118,25 | 117,24 | 97,40 | 97,51 | 14446,59 | 456,00 | 31,56 | 27,74 | | | 34,58 |
| | 122,45 | | 112,20 | | 97,45 | | | | | | | | |
| | 122,60 | | 116,40 | | 97,40 | | | | | | | | |
| | 122,95 | | 122,10 | | 97,80 | | | | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 B - 1 | 121,90 | 120,08 | 111,60 | 112,93 | 99,00 | 99,50 | 13559,47 | 558,00 | 41,15 | 41,58 | 34,58 | | |
| | 119,60 | | 108,00 | | 99,50 | | | | | | | | |
| | 118,95 | | 111,60 | | 99,60 | | | | | | | | |
| | 119,85 | | 120,50 | | 99,90 | | | | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 B - 2 | 122,15 | 121,03 | 118,70 | 121,14 | 98,50 | 98,89 | 14660,67 | 634,00 | 43,24 | 41,58 | | 34,58 | |
| | 120,55 | | 119,30 | | 98,80 | | | | | | | | |
| | 120,20 | | 119,70 | | 98,85 | | | | | | | | |
| | 121,20 | | 126,85 | | 99,40 | | | | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 B - 3 | 121,15 | 119,94 | 118,75 | 115,70 | 98,90 | 99,08 | 13876,77 | 560,00 | 40,36 | 41,58 | | | 34,58 |
| | 119,50 | | 115,70 | | 99,30 | | | | | | | | |
| | 118,65 | | 110,25 | | 99,30 | | | | | | | | |
| | 120,45 | | 118,10 | | 98,80 | | | | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 C - 1 | 125,10 | 124,29 | 110,55 | 112,24 | 97,00 | 97,59 | 13949,72 | 534,00 | 38,28 | 34,41 | 34,58 | | |
| | 121,25 | | 108,15 | | 97,70 | | | | | | | | |
| | 129,30 | | 110,10 | | 97,75 | | | | | | | | |
| | 121,50 | | 120,15 | | 97,90 | | | | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 C - 2 | 122,65 | 121,80 | 118,55 | 121,24 | 99,20 | 99,60 | 14766,73 | 488,00 | 33,05 | 34,41 | | 34,58 | |
| | 120,85 | | 116,10 | | 99,45 | | | | | | | | |
| | 120,70 | | 120,85 | | 99,75 | | | | | | | | |
| | 123,00 | | 129,45 | | 100,00 | | | | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 C - 3 | 123,15 | 122,13 | 113,35 | 115,96 | 96,15 | 96,08 | 14161,92 | 452,00 | 31,92 | 34,41 | | | 34,58 |
| | 121,15 | | 110,90 | | 95,90 | | | | | | | | |
| | 120,70 | | 116,20 | | 96,15 | | | | | | | | |
| | 123,50 | | 123,40 | | 96,10 | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61 Resistencia a Compresión de la Combinación 2 C=250 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] | | |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------|-------|
| Combinación 2 C = 250 A - 1 | 124,20 | 120,98 | 116,40 | 118,28 | 100,40 | 100,01 | 14308,32 | 290,00 | 20,27 | 21,33 | 26,58 | | |
| | 118,60 | | 111,60 | | 100,10 | | | | | | | | |
| | 116,70 | | 119,95 | | 99,95 | | | | | | | | |
| | 124,40 | | 125,15 | | 99,60 | | | | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 A - 2 | 120,10 | 120,63 | 115,15 | 113,29 | 97,80 | 98,89 | 13665,30 | 330,00 | 24,15 | 21,33 | | 26,58 | |
| | 121,15 | | 110,00 | | 98,10 | | | | | | | | |
| | 120,80 | | 115,90 | | 99,40 | | | | | | | | |
| | 120,45 | | 112,10 | | 100,25 | | | | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 A - 3 | 123,50 | 122,19 | 117,20 | 121,26 | 96,60 | 98,06 | 14816,76 | 290,00 | 19,57 | 21,33 | | | 26,58 |
| | 120,05 | | 115,40 | | 97,60 | | | | | | | | |
| | 121,55 | | 123,20 | | 98,30 | | | | | | | | |
| | 123,65 | | 129,25 | | 99,75 | | | | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 B - 1 | 123,80 | 121,31 | 113,80 | 114,08 | 98,30 | 98,59 | 13838,72 | 428,00 | 30,93 | 29,14 | 26,58 | | |
| | 119,30 | | 111,75 | | 98,30 | | | | | | | | |
| | 118,95 | | 118,35 | | 98,40 | | | | | | | | |
| | 123,20 | | 112,40 | | 99,35 | | | | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 B - 2 | 121,50 | 120,28 | 116,90 | 114,45 | 97,90 | 97,36 | 13765,47 | 380,00 | 27,61 | 29,14 | | 26,58 | |
| | 119,10 | | 112,25 | | 97,55 | | | | | | | | |
| | 119,15 | | 116,50 | | 97,15 | | | | | | | | |
| | 121,35 | | 112,15 | | 96,85 | | | | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 B - 3 | 121,90 | 120,61 | 115,00 | 114,18 | 99,70 | 99,85 | 13770,93 | 398,00 | 28,90 | 29,14 | | | 26,58 |
| | 120,80 | | 111,75 | | 99,85 | | | | | | | | |
| | 119,00 | | 118,00 | | 99,75 | | | | | | | | |
| | 120,75 | | 111,95 | | 100,10 | | | | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 C - 1 | 123,10 | 121,30 | 120,85 | 121,28 | 99,70 | 99,50 | 14710,66 | 458,00 | 31,13 | 29,28 | 26,58 | | |
| | 119,60 | | 116,55 | | 99,50 | | | | | | | | |
| | 119,20 | | 122,90 | | 99,30 | | | | | | | | |
| | 123,30 | | 124,80 | | 99,50 | | | | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 C - 2 | 122,35 | 121,38 | 111,60 | 111,96 | 100,40 | 100,35 | 13589,45 | 370,00 | 27,23 | 29,28 | | 26,58 | |
| | 120,50 | | 109,25 | | 100,25 | | | | | | | | |
| | 120,30 | | 114,70 | | 100,30 | | | | | | | | |
| | 122,35 | | 112,30 | | 100,45 | | | | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 C - 3 | 123,60 | 121,93 | 112,70 | 109,64 | 104,85 | 103,03 | 13367,55 | 394,00 | 29,47 | 29,28 | | | 26,58 |
| | 120,90 | | 107,75 | | 103,65 | | | | | | | | |
| | 120,00 | | 105,80 | | 102,45 | | | | | | | | |
| | 123,20 | | 112,30 | | 101,15 | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62 Resistencia a Compresión de la Combinación 2 C=300 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 2 C = 300 A - 1 | 124,10 | 121,91 | 118,80 | 118,99 | 98,70 | 98,41 | 14506,06 | 420,00 | 28,95 | 30,99 | 30,82 |
| | 121,15 | | 114,10 | | 98,50 | | | | | | |
| | 120,20 | | 118,05 | | 98,30 | | | | | | |
| | 122,20 | | 125,00 | | 98,15 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 A - 2 | 124,80 | 122,19 | 119,60 | 122,70 | 97,05 | 97,59 | 14992,41 | 488,00 | 32,55 | | |
| | 119,70 | | 118,30 | | 97,30 | | | | | | |
| | 119,40 | | 122,90 | | 97,35 | | | | | | |
| | 124,85 | | 130,00 | | 98,65 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 A - 3 | 125,95 | 122,71 | 117,00 | 119,15 | 98,65 | 98,55 | 14621,19 | 460,00 | 31,46 | | |
| | 120,00 | | 119,30 | | 98,60 | | | | | | |
| | 119,25 | | 118,25 | | 98,55 | | | | | | |
| | 125,65 | | 122,05 | | 98,40 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 B - 1 | 125,95 | 122,71 | 117,00 | 119,15 | 98,65 | 98,55 | 14621,19 | 460,00 | 31,46 | | |
| | 120,00 | | 119,30 | | 98,60 | | | | | | |
| | 119,25 | | 118,25 | | 98,55 | | | | | | |
| | 125,65 | | 122,05 | | 98,40 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 B - 2 | 124,60 | 123,75 | 117,20 | 118,28 | 97,75 | 97,65 | 14636,53 | 468,00 | 31,97 | | |
| | 121,10 | | 112,05 | | 97,80 | | | | | | |
| | 121,20 | | 119,65 | | 97,70 | | | | | | |
| | 128,10 | | 124,20 | | 97,35 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 B - 3 | 124,30 | 121,46 | 118,05 | 117,65 | 99,35 | 99,74 | 14290,06 | 425,00 | 29,74 | | |
| | 117,70 | | 113,00 | | 99,70 | | | | | | |
| | 118,90 | | 115,65 | | 99,60 | | | | | | |
| | 124,95 | | 123,90 | | 100,30 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 C - 1 | 124,45 | 123,71 | 119,25 | 118,36 | 98,80 | 98,55 | 14642,92 | 470,00 | 32,10 | | |
| | 121,10 | | 112,30 | | 98,65 | | | | | | |
| | 121,30 | | 119,70 | | 98,35 | | | | | | |
| | 128,00 | | 122,20 | | 98,40 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 C - 2 | 124,90 | 123,26 | 122,20 | 121,50 | 98,00 | 97,83 | 14976,39 | 450,00 | 30,05 | | |
| | 119,30 | | 119,65 | | 97,95 | | | | | | |
| | 120,55 | | 118,10 | | 97,65 | | | | | | |
| | 128,30 | | 126,05 | | 97,70 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 C - 3 | 124,80 | 122,73 | 115,80 | 114,88 | 97,30 | 97,98 | 14098,03 | 410,00 | 29,08 | | |
| | 121,60 | | 110,60 | | 98,40 | | | | | | |
| | 120,90 | | 112,70 | | 98,30 | | | | | | |
| | 123,60 | | 120,40 | | 97,90 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63 Resistencia a Compresión de la Combinación 2 C=350 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 2 C = 350 A - 1 | 126,10 | 124,49 | 115,60 | 117,73 | 95,85 | 96,11 | 14655,29 | 482,00 | 32,89 | 33,42 | 35,20 |
| | 123,95 | | 113,70 | | 96,00 | | | | | | |
| | 123,20 | | 117,40 | | 96,00 | | | | | | |
| | 124,70 | | 124,20 | | 96,60 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 A - 2 | 122,40 | 122,68 | 115,20 | 116,54 | 95,00 | 95,58 | 14296,24 | 536,00 | 37,49 | | |
| | 121,90 | | 111,70 | | 95,40 | | | | | | |
| | 121,60 | | 115,80 | | 95,80 | | | | | | |
| | 124,80 | | 123,45 | | 96,10 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 A - 3 | 123,70 | 123,65 | 112,20 | 116,43 | 93,70 | 93,19 | 14395,95 | 430,00 | 29,87 | | |
| | 123,10 | | 118,75 | | 93,45 | | | | | | |
| | 122,90 | | 113,15 | | 92,90 | | | | | | |
| | 124,90 | | 121,60 | | 92,70 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 B - 1 | 125,25 | 123,16 | 114,35 | 114,88 | 96,80 | 96,90 | 14148,29 | 548,00 | 38,73 | | |
| | 121,60 | | 110,35 | | 97,00 | | | | | | |
| | 119,95 | | 115,30 | | 97,00 | | | | | | |
| | 125,85 | | 119,50 | | 96,80 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 B - 2 | 122,60 | 120,76 | 113,50 | 113,60 | 98,40 | 99,13 | 13718,62 | 480,00 | 34,99 | | |
| | 120,30 | | 108,60 | | 98,55 | | | | | | |
| | 118,90 | | 111,10 | | 99,20 | | | | | | |
| | 121,25 | | 121,20 | | 100,35 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 B - 3 | 120,20 | 119,65 | 115,55 | 115,79 | 97,95 | 97,76 | 13853,97 | 544,00 | 39,27 | | |
| | 119,00 | | 110,00 | | 97,60 | | | | | | |
| | 119,40 | | 116,20 | | 97,60 | | | | | | |
| | 120,00 | | 121,40 | | 97,90 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 C - 1 | 123,95 | 123,05 | 115,55 | 118,54 | 97,65 | 97,93 | 14586,04 | 572,00 | 39,22 | | |
| | 123,10 | | 114,40 | | 98,00 | | | | | | |
| | 121,85 | | 119,20 | | 98,05 | | | | | | |
| | 123,30 | | 125,00 | | 98,00 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 C - 2 | 124,25 | 123,34 | 115,75 | 116,06 | 95,35 | 94,76 | 14314,86 | 430,00 | 30,04 | | |
| | 122,00 | | 111,40 | | 95,15 | | | | | | |
| | 121,70 | | 116,10 | | 94,40 | | | | | | |
| | 125,40 | | 121,00 | | 94,15 | | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 C - 3 | 121,35 | 121,21 | 111,40 | 115,58 | 99,60 | 99,63 | 14009,13 | 480,00 | 34,26 | | |
| | 120,20 | | 109,90 | | 99,50 | | | | | | |
| | 120,40 | | 118,20 | | 99,35 | | | | | | |
| | 122,90 | | 122,80 | | 100,05 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 64 Resistencia a Compresión de la Combinación 3 C=250 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 3 C = 250 A - 1 | 124,40 | 122,90 | 118,10 | 118,30 | 96,40 | 96,48 | 14539,07 | 248,00 | 17,06 | | |
| | 121,20 | | 112,10 | | 96,60 | | | | | | |
| | 121,25 | | 118,00 | | 96,30 | | | | | | |
| | 124,75 | | 125,00 | | 96,60 | | | | | | |
| | 125,80 | | 112,30 | | 95,90 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 A - 2 | 120,60 | 122,38 | 108,40 | 114,55 | 96,00 | 96,04 | 14018,06 | 314,00 | 22,40 | 19,53 | |
| | 120,00 | | 116,90 | | 96,15 | | | | | | |
| | 123,10 | | 120,60 | | 96,10 | | | | | | |
| | 124,95 | | 115,30 | | 95,90 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 A - 3 | 121,10 | 122,98 | 111,10 | 115,65 | 95,90 | 96,23 | 14222,06 | 272,00 | 19,13 | | |
| | 120,75 | | 115,30 | | 96,40 | | | | | | |
| | 125,10 | | 120,90 | | 96,70 | | | | | | |
| | 125,50 | | 117,70 | | 97,10 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 B - 1 | 121,05 | 124,01 | 111,80 | 117,64 | 97,20 | 97,26 | 14588,52 | 268,00 | 18,37 | | |
| | 121,80 | | 117,75 | | 97,25 | | | | | | |
| | 127,70 | | 123,30 | | 97,50 | | | | | | |
| | 126,70 | | 114,20 | | 97,10 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 B - 2 | 120,30 | 122,95 | 113,45 | 118,04 | 97,50 | 97,60 | 14512,71 | 306,00 | 21,08 | 18,71 | 18,27 |
| | 118,40 | | 120,10 | | 97,70 | | | | | | |
| | 126,40 | | 124,40 | | 98,10 | | | | | | |
| | 125,90 | | 119,10 | | 95,95 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 B - 3 | 122,10 | 124,63 | 112,50 | 117,45 | 96,00 | 96,53 | 14637,21 | 244,00 | 16,67 | | |
| | 122,70 | | 117,70 | | 96,85 | | | | | | |
| | 127,80 | | 120,50 | | 97,30 | | | | | | |
| | 126,60 | | 130,40 | | 97,10 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 C - 1 | 123,95 | 125,81 | 126,00 | 123,85 | 96,95 | 96,74 | 15581,88 | 238,00 | 15,27 | | |
| | 121,50 | | 117,60 | | 96,60 | | | | | | |
| | 131,20 | | 121,40 | | 96,30 | | | | | | |
| | 125,90 | | 122,10 | | 97,70 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 C - 2 | 121,70 | 123,73 | 115,70 | 121,51 | 97,30 | 97,64 | 15034,13 | 238,00 | 15,83 | 16,58 | |
| | 121,60 | | 121,85 | | 97,70 | | | | | | |
| | 125,70 | | 126,40 | | 97,85 | | | | | | |
| | 127,00 | | 118,05 | | 97,10 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 C - 3 | 121,60 | 123,73 | 112,70 | 118,86 | 96,30 | 96,10 | 14706,26 | 274,00 | 18,63 | | |
| | 121,50 | | 119,70 | | 95,85 | | | | | | |
| | 124,80 | | 125,00 | | 95,15 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 65 Resistencia a Compresión de la Combinación 3 C=300 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 3 C = 300 A - 1 | 126,10 | 123,25 | 115,10 | 115,76 | 99,60 | 99,16 | 14267,73 | 358,00 | 25,09 | | |
| | 120,70 | | 110,00 | | 99,00 | | | | | | |
| | 121,60 | | 115,95 | | 99,05 | | | | | | |
| | 124,60 | | 122,00 | | 99,00 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 A - 2 | 124,10 | 122,34 | 118,50 | 120,55 | 97,80 | 98,09 | 14747,79 | 346,00 | 23,46 | 24,47 | |
| | 120,10 | | 115,50 | | 97,90 | | | | | | |
| | 119,20 | | 122,20 | | 97,95 | | | | | | |
| | 125,95 | | 126,00 | | 98,70 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 A - 3 | 123,20 | 123,56 | 120,30 | 121,15 | 95,35 | 95,98 | 14969,60 | 372,00 | 24,85 | | |
| | 122,50 | | 116,10 | | 95,75 | | | | | | |
| | 122,60 | | 121,60 | | 96,40 | | | | | | |
| | 125,95 | | 126,60 | | 96,40 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 B - 1 | 125,40 | 124,11 | 110,65 | 114,04 | 97,50 | 97,70 | 14153,48 | 412,00 | 29,11 | | |
| | 123,30 | | 108,40 | | 97,70 | | | | | | |
| | 122,65 | | 114,35 | | 98,00 | | | | | | |
| | 125,10 | | 122,75 | | 97,60 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 B - 2 | 125,10 | 122,95 | 115,30 | 118,76 | 96,10 | 96,40 | 14601,85 | 364,00 | 24,93 | 24,47 | 23,73 |
| | 121,30 | | 114,60 | | 96,40 | | | | | | |
| | 120,00 | | 120,10 | | 96,50 | | | | | | |
| | 125,40 | | 125,05 | | 96,60 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 B - 3 | 125,40 | 123,98 | 116,15 | 120,66 | 94,60 | 95,19 | 14959,13 | 290,00 | 19,39 | | |
| | 121,00 | | 113,90 | | 95,00 | | | | | | |
| | 122,50 | | 124,40 | | 95,05 | | | | | | |
| | 127,00 | | 128,20 | | 96,10 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 C - 1 | 126,20 | 123,93 | 117,70 | 120,65 | 99,00 | 99,11 | 14951,55 | 318,00 | 21,27 | | |
| | 120,80 | | 115,60 | | 99,40 | | | | | | |
| | 121,30 | | 123,70 | | 99,05 | | | | | | |
| | 127,40 | | 125,60 | | 99,00 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 C - 2 | 123,00 | 121,89 | 118,10 | 119,41 | 96,20 | 95,83 | 14554,89 | 328,00 | 22,54 | 22,24 | |
| | 119,40 | | 114,10 | | 96,00 | | | | | | |
| | 120,10 | | 120,05 | | 95,60 | | | | | | |
| | 125,05 | | 125,40 | | 95,50 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 C - 3 | 123,10 | 122,88 | 111,50 | 116,50 | 96,10 | 96,38 | 14314,94 | 328,00 | 22,91 | | |
| | 119,50 | | 113,70 | | 95,80 | | | | | | |
| | 122,70 | | 117,80 | | 96,40 | | | | | | |
| | 126,20 | | 123,00 | | 97,20 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 66 Resistencia a Compresión de la Combinación 3 C=350 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 3 C = 350 A - 1 | 123,00 | 122,58 | 118,50 | 119,43 | 95,20 | 96,50 | 14638,52 | 466,00 | 31,83 | | |
| | 121,60 | | 114,00 | | 95,90 | | | | | | |
| | 121,40 | | 119,40 | | 96,10 | | | | | | |
| | 124,30 | | 125,80 | | 98,80 | | | | | | |
| | 124,10 | | 114,10 | | 98,10 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 A - 2 | 118,90 | 121,48 | 112,40 | 117,30 | 97,90 | 97,25 | 14249,02 | 470,00 | 32,98 | 32,16 | |
| | 119,10 | | 118,30 | | 96,60 | | | | | | |
| | 123,80 | | 124,40 | | 96,40 | | | | | | |
| | 124,90 | | 114,90 | | 97,30 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 A - 3 | 121,40 | 122,33 | 111,90 | 116,20 | 97,95 | 97,46 | 14214,17 | 450,00 | 31,66 | | |
| | 119,40 | | 115,20 | | 97,10 | | | | | | |
| | 123,60 | | 122,80 | | 97,50 | | | | | | |
| | 121,70 | | 111,85 | | 94,40 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 B - 1 | 121,20 | 120,68 | 110,20 | 115,06 | 95,30 | 96,20 | 13885,17 | 470,00 | 33,85 | | |
| | 118,90 | | 115,70 | | 97,00 | | | | | | |
| | 120,90 | | 122,50 | | 98,10 | | | | | | |
| | 123,95 | | 117,50 | | 98,50 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 B - 2 | 120,00 | 121,79 | 115,80 | 119,23 | 98,20 | 98,15 | 14520,11 | 464,00 | 31,96 | 30,96 | 31,57 |
| | 119,40 | | 120,20 | | 98,10 | | | | | | |
| | 123,80 | | 123,40 | | 97,80 | | | | | | |
| | 121,60 | | 114,95 | | 99,70 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 B - 3 | 118,60 | 120,80 | 110,50 | 115,60 | 99,40 | 99,06 | 13964,48 | 378,00 | 27,07 | | |
| | 119,40 | | 114,50 | | 98,60 | | | | | | |
| | 123,60 | | 122,45 | | 98,55 | | | | | | |
| | 123,70 | | 115,60 | | 98,50 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 C - 1 | 119,30 | 121,71 | 114,60 | 119,75 | 98,90 | 98,54 | 14575,07 | 448,00 | 30,74 | | |
| | 120,10 | | 121,10 | | 98,70 | | | | | | |
| | 123,75 | | 127,70 | | 98,05 | | | | | | |
| | 121,30 | | 117,40 | | 96,30 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 C - 2 | 122,10 | 122,38 | 114,70 | 119,71 | 97,30 | 96,83 | 14649,82 | 470,00 | 32,08 | 31,60 | |
| | 121,90 | | 121,80 | | 96,90 | | | | | | |
| | 124,20 | | 124,95 | | 96,80 | | | | | | |
| | 122,20 | | 114,50 | | 96,80 | | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 C - 3 | 121,30 | 122,36 | 111,10 | 116,00 | 97,80 | 97,51 | 14194,05 | 454,00 | 31,99 | | |
| | 122,25 | | 118,40 | | 97,70 | | | | | | |
| | 123,70 | | 120,00 | | 97,75 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 67 Resistencia a Compresión de la Combinación 4 C=250 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------------------|------------|--------------------------------|----------------|----------------------------|
| Combinación 4 C = 250 A - 1 | 124,45 | 122,36 | 113,70 | 114,58 | 98,00 | 98,45 | 14019,68 | 272,00 | 19,40 | | 21,26 |
| | 119,80 | | 109,10 | | 98,30 | | | | | | |
| | 120,60 | | 114,20 | | 98,70 | | | | | | |
| | 124,60 | | 121,30 | | 98,80 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 A - 2 | 123,10 | 121,79 | 113,55 | 116,66 | 98,00 | 97,06 | 14208,03 | 284,00 | 19,99 | | |
| | 120,30 | | 112,60 | | 97,50 | | | | | | |
| | 120,25 | | 118,30 | | 96,45 | | | | | | |
| | 123,50 | | 122,20 | | 96,30 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 A - 3 | 122,70 | 121,08 | 111,75 | 115,04 | 101,45 | 99,94 | 13928,17 | 238,00 | 17,09 | | |
| | 119,40 | | 110,30 | | 100,30 | | | | | | |
| | 118,60 | | 116,30 | | 99,20 | | | | | | |
| | 123,60 | | 121,80 | | 98,80 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 B - 1 | 121,40 | 119,95 | 115,50 | 117,65 | 99,90 | 100,65 | 14112,12 | 270,00 | 19,13 | | |
| | 118,10 | | 111,80 | | 100,30 | | | | | | |
| | 118,30 | | 117,80 | | 100,70 | | | | | | |
| | 122,00 | | 125,50 | | 101,70 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 B - 2 | 123,10 | 121,33 | 111,10 | 113,63 | 99,60 | 100,79 | 13785,55 | 262,00 | 19,01 | | |
| | 118,80 | | 108,40 | | 100,30 | | | | | | |
| | 119,40 | | 114,30 | | 100,90 | | | | | | |
| | 124,00 | | 120,70 | | 102,35 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 B - 3 | 121,60 | 121,10 | 117,20 | 121,58 | 100,00 | 100,13 | 14722,73 | 334,00 | 22,69 | | |
| | 119,50 | | 115,20 | | 100,05 | | | | | | |
| | 119,70 | | 124,80 | | 100,20 | | | | | | |
| | 123,60 | | 129,10 | | 100,25 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 C - 1 | 125,60 | 122,95 | 111,40 | 113,34 | 102,80 | 101,09 | 13934,85 | 340,00 | 24,40 | | |
| | 120,80 | | 108,70 | | 101,30 | | | | | | |
| | 120,60 | | 113,00 | | 100,25 | | | | | | |
| | 124,80 | | 120,25 | | 100,00 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 C - 2 | 121,70 | 121,13 | 115,00 | 116,90 | 98,80 | 99,15 | 14159,51 | 370,00 | 26,13 | | |
| | 119,80 | | 111,70 | | 99,50 | | | | | | |
| | 120,50 | | 116,90 | | 99,00 | | | | | | |
| | 122,50 | | 124,00 | | 99,30 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 C - 3 | 121,60 | 121,33 | 117,20 | 120,03 | 98,60 | 99,50 | 14562,03 | 342,00 | 23,49 | | |
| | 120,30 | | 114,40 | | 99,10 | | | | | | |
| | 121,10 | | 122,40 | | 99,80 | | | | | | |
| | 122,30 | | 126,10 | | 100,50 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 68 Resistencia a Compresión de la Combinación 4 C=300 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 4 C = 300 A - 1 | 122,50 | 122,48 | 115,30 | 113,23 | 100,10 | 99,03 | 13867,23 | 392,00 | 28,27 | | |
| | 121,30 | | 111,50 | | 99,50 | | | | | | |
| | 122,70 | | 104,70 | | 98,50 | | | | | | |
| | 123,40 | | 121,40 | | 98,00 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 A - 2 | 122,40 | 121,35 | 120,20 | 123,05 | 96,40 | 97,65 | 14932,12 | 412,00 | 27,59 | 28,37 | |
| | 120,00 | | 119,40 | | 96,90 | | | | | | |
| | 120,05 | | 124,20 | | 98,20 | | | | | | |
| | 122,95 | | 128,40 | | 99,10 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 A - 3 | 124,30 | 124,40 | 117,70 | 119,85 | 95,50 | 95,28 | 14909,34 | 436,00 | 29,24 | | |
| | 121,80 | | 114,00 | | 95,30 | | | | | | |
| | 122,90 | | 122,20 | | 95,05 | | | | | | |
| | 128,60 | | 125,50 | | 95,25 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 B - 1 | 124,40 | 125,28 | 119,90 | 122,05 | 95,60 | 96,03 | 15289,81 | 360,00 | 23,55 | | |
| | 123,10 | | 115,60 | | 96,00 | | | | | | |
| | 123,30 | | 125,00 | | 96,10 | | | | | | |
| | 130,30 | | 127,70 | | 96,40 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 B - 2 | 123,15 | 122,81 | 114,05 | 117,30 | 95,50 | 95,98 | 14405,91 | 366,00 | 25,41 | 24,81 | 26,62 |
| | 120,40 | | 113,10 | | 95,80 | | | | | | |
| | 123,25 | | 118,55 | | 96,10 | | | | | | |
| | 124,45 | | 123,50 | | 96,50 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 B - 3 | 123,80 | 121,45 | 112,2 | 115,03 | 96,50 | 96,85 | 13969,79 | 356,00 | 25,48 | | |
| | 119,50 | | 110,30 | | 96,90 | | | | | | |
| | 119,20 | | 115,40 | | 96,80 | | | | | | |
| | 123,30 | | 122,20 | | 97,20 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 C - 1 | 121,30 | 120,60 | 111,80 | 114,13 | 98,90 | 98,74 | 13763,48 | 370,00 | 26,88 | | |
| | 119,40 | | 109,20 | | 98,70 | | | | | | |
| | 119,30 | | 114,40 | | 98,60 | | | | | | |
| | 122,40 | | 121,10 | | 98,75 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 C - 2 | 125,00 | 124,08 | 115,80 | 118,13 | 94,50 | 95,38 | 14656,36 | 412,00 | 28,11 | 26,69 | |
| | 121,60 | | 112,80 | | 95,00 | | | | | | |
| | 122,10 | | 119,20 | | 95,50 | | | | | | |
| | 127,60 | | 124,70 | | 96,50 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 C - 3 | 124,50 | 123,95 | 120,10 | 122,93 | 96,50 | 97,88 | 15236,55 | 382,00 | 25,07 | | |
| | 123,20 | | 117,80 | | 98,00 | | | | | | |
| | 121,50 | | 126,00 | | 98,80 | | | | | | |
| | 126,60 | | 127,80 | | 98,20 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 69 Resistencia a Compresión de la Combinación 4 C=350 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 4 C = 350 A - 1 | 123,00 | 121,85 | 115,30 | 119,73 | 97,20 | 97,08 | 14588,49 | 486,00 | 33,31 | | |
| | 119,50 | | 114,70 | | 97,30 | | | | | | |
| | 119,60 | | 122,30 | | 97,00 | | | | | | |
| | 125,30 | | 126,60 | | 96,80 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 A - 2 | 122,90 | 122,08 | 119,00 | 120,13 | 99,20 | 98,84 | 14664,26 | 450,00 | 30,69 | 33,26 | |
| | 119,90 | | 116,30 | | 99,05 | | | | | | |
| | 120,50 | | 120,70 | | 98,60 | | | | | | |
| | 125,00 | | 124,50 | | 98,50 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 A - 3 | 124,30 | 121,96 | 113,20 | 116,00 | 95,70 | 95,46 | 14147,65 | 506,00 | 35,77 | | |
| | 118,75 | | 111,00 | | 95,20 | | | | | | |
| | 122,90 | | 116,40 | | 95,60 | | | | | | |
| | 121,90 | | 123,40 | | 95,35 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 B - 1 | 122,50 | 123,26 | 119,40 | 119,36 | 98,05 | 98,15 | 14712,92 | 474,00 | 32,22 | | |
| | 122,95 | | 115,20 | | 98,50 | | | | | | |
| | 122,20 | | 119,15 | | 98,30 | | | | | | |
| | 125,40 | | 123,70 | | 97,75 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 B - 2 | 121,40 | 120,38 | 115,60 | 118,88 | 100,90 | 100,39 | 14309,58 | 498,00 | 34,80 | 34,83 | 33,96 |
| | 118,60 | | 114,30 | | 100,35 | | | | | | |
| | 117,60 | | 120,00 | | 100,00 | | | | | | |
| | 123,90 | | 125,60 | | 100,30 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 B - 3 | 121,70 | 121,08 | 115,30 | 118,11 | 97,70 | 98,55 | 14300,47 | 536,00 | 37,48 | | |
| | 118,80 | | 115,35 | | 98,40 | | | | | | |
| | 120,10 | | 117,10 | | 98,80 | | | | | | |
| | 123,70 | | 124,70 | | 99,30 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 C - 1 | 125,10 | 124,35 | 116,35 | 117,11 | 98,15 | 97,63 | 14562,94 | 482,00 | 33,10 | | |
| | 121,90 | | 110,70 | | 97,60 | | | | | | |
| | 122,20 | | 117,40 | | 97,40 | | | | | | |
| | 128,20 | | 124,00 | | 97,35 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 C - 2 | 123,50 | 122,29 | 112,30 | 113,56 | 97,40 | 97,33 | 13887,27 | 450,00 | 32,40 | 33,80 | |
| | 121,05 | | 108,35 | | 97,20 | | | | | | |
| | 121,20 | | 113,75 | | 97,30 | | | | | | |
| | 123,40 | | 119,85 | | 97,40 | | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 C - 3 | 123,15 | 123,44 | 116,35 | 120,99 | 96,70 | 97,03 | 14934,39 | 536,00 | 35,89 | | |
| | 121,50 | | 114,60 | | 97,20 | | | | | | |
| | 121,90 | | 124,40 | | 96,80 | | | | | | |
| | 127,20 | | 128,60 | | 97,40 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70 Resistencia a Compresión de la Combinación 5 C=250 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 5 C = 250 A - 1 | 122,50 | 120,51 | 117,25 | 118,99 | 97,40 | 97,96 | 14339,48 | 476,00 | 33,20 | | 35,77 |
| | 117,70 | | 113,95 | | 97,55 | | | | | | |
| | 118,20 | | 120,45 | | 98,40 | | | | | | |
| | 123,65 | | 124,30 | | 98,50 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 A - 7 | 124,30 | 121,46 | 113,75 | 113,28 | 97,50 | 97,46 | 13758,66 | 530,00 | 38,52 | 35,52 | |
| | 118,75 | | 108,15 | | 97,40 | | | | | | |
| | 118,60 | | 113,10 | | 97,35 | | | | | | |
| | 124,20 | | 118,10 | | 97,60 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 A - 12 | 122,90 | 119,84 | 114,90 | 116,91 | 100,20 | 99,65 | 14010,50 | 488,00 | 34,83 | | |
| | 116,70 | | 111,55 | | 99,95 | | | | | | |
| | 116,40 | | 117,65 | | 99,35 | | | | | | |
| | 123,35 | | 123,55 | | 99,10 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 B - 1 | 122,95 | 121,60 | 113,85 | 117,40 | 98,00 | 98,65 | 14275,84 | 470,00 | 32,92 | | |
| | 119,60 | | 112,25 | | 98,75 | | | | | | |
| | 120,10 | | 120,00 | | 99,10 | | | | | | |
| | 123,75 | | 123,50 | | 98,75 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 B - 3 | 123,30 | 121,58 | 116,40 | 117,46 | 98,50 | 98,18 | 14280,50 | 512,00 | 35,85 | 35,29 | |
| | 118,55 | | 111,95 | | 97,50 | | | | | | |
| | 119,05 | | 118,10 | | 98,50 | | | | | | |
| | 125,40 | | 123,40 | | 98,20 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 B - 11 | 120,80 | 120,66 | 114,70 | 115,78 | 97,90 | 97,24 | 13969,70 | 518,00 | 37,08 | | |
| | 117,55 | | 111,10 | | 97,50 | | | | | | |
| | 118,70 | | 115,55 | | 96,80 | | | | | | |
| | 125,60 | | 121,75 | | 96,75 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 C - 5 | 124,70 | 121,29 | 115,70 | 116,46 | 98,10 | 98,30 | 14125,45 | 518,00 | 36,67 | | |
| | 118,05 | | 110,95 | | 98,00 | | | | | | |
| | 118,65 | | 116,10 | | 98,40 | | | | | | |
| | 123,75 | | 123,10 | | 98,70 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 C - 6 | 120,65 | 119,90 | 115,55 | 117,89 | 97,35 | 97,40 | 14134,71 | 552,00 | 39,05 | 36,52 | |
| | 118,15 | | 113,15 | | 97,55 | | | | | | |
| | 118,40 | | 120,05 | | 97,10 | | | | | | |
| | 122,40 | | 122,80 | | 97,60 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 C - 11 | 125,20 | 122,21 | 118,85 | 119,50 | 96,95 | 97,30 | 14604,39 | 494,00 | 33,83 | | |
| | 119,80 | | 114,30 | | 96,90 | | | | | | |
| | 119,40 | | 120,35 | | 97,40 | | | | | | |
| | 124,45 | | 124,50 | | 97,95 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 71 Resistencia a Compresión de la Combinación 5 C=300 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 5 C = 300 A - 4 | 122,65 | 119,91 | 123,95 | 120,21 | 95,55 | 96,29 | 14414,98 | 448,00 | 31,08 | 35,13 | 35,98 |
| | 116,55 | | 121,50 | | 95,80 | | | | | | |
| | 118,65 | | 114,85 | | 96,35 | | | | | | |
| | 121,80 | | 120,55 | | 97,45 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 A - 7 | 125,75 | 122,40 | 121,85 | 115,18 | 97,75 | 97,19 | 14097,42 | 468,00 | 33,20 | | |
| | 118,10 | | 115,95 | | 96,85 | | | | | | |
| | 119,55 | | 108,85 | | 97,20 | | | | | | |
| | 126,20 | | 114,05 | | 96,95 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 A - 10 | 124,00 | 121,21 | 124,15 | 120,44 | 97,00 | 96,93 | 14598,53 | 600,00 | 41,10 | | |
| | 117,95 | | 122,45 | | 96,75 | | | | | | |
| | 119,10 | | 114,15 | | 96,80 | | | | | | |
| | 123,80 | | 121,00 | | 97,15 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 B - 2 | 124,25 | 122,69 | 125,70 | 120,83 | 94,60 | 93,96 | 14823,72 | 498,00 | 33,59 | | |
| | 117,90 | | 122,35 | | 93,75 | | | | | | |
| | 121,35 | | 114,25 | | 93,05 | | | | | | |
| | 127,25 | | 121,00 | | 94,45 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 B - 5 | 122,55 | 121,28 | 117,45 | 115,33 | 94,25 | 94,09 | 13986,04 | 558,00 | 39,90 | | |
| | 119,50 | | 117,00 | | 93,65 | | | | | | |
| | 120,20 | | 110,30 | | 94,35 | | | | | | |
| | 122,85 | | 116,55 | | 94,10 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 B - 11 | 122,45 | 121,73 | 123,90 | 120,05 | 98,30 | 96,34 | 14613,09 | 530,00 | 36,27 | | |
| | 118,75 | | 120,45 | | 96,45 | | | | | | |
| | 120,40 | | 114,95 | | 94,60 | | | | | | |
| | 125,30 | | 120,90 | | 96,00 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 C - 11 | 124,20 | 119,98 | 120,65 | 116,81 | 93,15 | 93,44 | 14014,58 | 548,00 | 39,10 | | |
| | 115,00 | | 118,15 | | 92,95 | | | | | | |
| | 119,15 | | 111,60 | | 93,20 | | | | | | |
| | 121,55 | | 116,85 | | 94,45 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 C - 5 | 125,15 | 123,33 | 120,85 | 118,16 | 95,85 | 95,59 | 14572,39 | 610,00 | 41,86 | | |
| | 118,80 | | 119,70 | | 95,10 | | | | | | |
| | 119,90 | | 112,20 | | 95,45 | | | | | | |
| | 129,45 | | 119,90 | | 95,95 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 C - 7 | 124,40 | 121,88 | 124,25 | 120,18 | 94,30 | 94,59 | 14646,33 | 406,00 | 27,72 | | |
| | 118,00 | | 121,35 | | 94,40 | | | | | | |
| | 118,95 | | 114,60 | | 94,65 | | | | | | |
| | 126,15 | | 120,50 | | 95,00 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72 Resistencia a Compresión de la Combinación 5 C=350 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 5 C = 350 A - 3 | 125,85 | 121,99 | 122,90 | 117,96 | 93,35 | 92,81 | 14389,95 | 608,00 | 42,25 | 40,97 | 41,51 |
| | 119,55 | | 120,25 | | 92,10 | | | | | | |
| | 118,90 | | 112,05 | | 92,60 | | | | | | |
| | 123,65 | | 116,65 | | 93,20 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 A - 4 | 122,75 | 121,95 | 125,40 | 119,34 | 94,15 | 94,15 | 14553,21 | 550,00 | 37,79 | | |
| | 118,15 | | 121,15 | | 93,80 | | | | | | |
| | 121,00 | | 112,35 | | 93,80 | | | | | | |
| | 125,90 | | 118,45 | | 94,85 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 A - 6 | 122,85 | 121,49 | 122,35 | 117,16 | 96,60 | 96,44 | 14233,78 | 610,00 | 42,86 | | |
| | 118,45 | | 116,95 | | 95,80 | | | | | | |
| | 120,90 | | 112,10 | | 95,85 | | | | | | |
| | 123,75 | | 117,25 | | 97,50 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 B - 2 | 124,15 | 119,65 | 120,75 | 114,56 | 92,20 | 92,09 | 13707,40 | 608,00 | 44,36 | | |
| | 118,70 | | 115,65 | | 91,25 | | | | | | |
| | 118,45 | | 107,85 | | 91,75 | | | | | | |
| | 117,30 | | 114,00 | | 93,15 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 B - 4 | 121,30 | 120,50 | 125,10 | 120,18 | 97,45 | 96,61 | 14481,09 | 690,00 | 47,65 | | |
| | 117,90 | | 121,35 | | 96,50 | | | | | | |
| | 119,25 | | 113,90 | | 96,65 | | | | | | |
| | 123,55 | | 120,35 | | 95,85 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 B - 11 | 122,65 | 121,40 | 117,40 | 114,15 | 95,30 | 95,83 | 13857,81 | 458,00 | 33,05 | | |
| | 118,55 | | 116,60 | | 95,45 | | | | | | |
| | 119,20 | | 108,35 | | 95,85 | | | | | | |
| | 125,20 | | 114,25 | | 96,70 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 C - 6 | 123,75 | 121,40 | 118,00 | 116,66 | 95,60 | 94,34 | 14162,83 | 548,00 | 38,69 | | |
| | 118,70 | | 118,60 | | 94,80 | | | | | | |
| | 119,05 | | 111,75 | | 93,45 | | | | | | |
| | 124,10 | | 118,30 | | 93,50 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 C - 8 | 123,15 | 122,16 | 125,40 | 121,00 | 92,45 | 92,14 | 14781,66 | 632,00 | 42,76 | | |
| | 117,90 | | 124,90 | | 91,15 | | | | | | |
| | 121,05 | | 114,45 | | 92,10 | | | | | | |
| | 126,55 | | 119,25 | | 92,85 | | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 C - 11 | 120,55 | 120,14 | 120,00 | 117,26 | 94,65 | 95,58 | 14087,62 | 622,00 | 44,15 | | |
| | 118,20 | | 119,75 | | 95,30 | | | | | | |
| | 118,35 | | 112,00 | | 95,95 | | | | | | |
| | 123,45 | | 117,30 | | 96,40 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 73 Resistencia a Compresión de la Combinación 6 C=250 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 6 C = 250 A - 6 | 125,15 | 122,46 | 121,75 | 119,80 | 97,80 | 96,99 | 14671,01 | 486,00 | 33,13 | | |
| | 118,55 | | 122,45 | | 97,15 | | | | | | |
| | 119,25 | | 114,30 | | 96,65 | | | | | | |
| | 126,90 | | 120,70 | | 96,35 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 A - 7 | 123,00 | 122,09 | 122,85 | 118,89 | 97,25 | 97,46 | 14514,68 | 418,00 | 28,80 | 32,68 | |
| | 118,80 | | 122,95 | | 97,15 | | | | | | |
| | 119,65 | | 112,55 | | 97,55 | | | | | | |
| | 126,90 | | 117,20 | | 97,90 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 A - 12 | 122,35 | 120,28 | 119,20 | 116,93 | 99,55 | 99,34 | 14063,15 | 508,00 | 36,12 | | |
| | 119,75 | | 118,05 | | 99,15 | | | | | | |
| | 117,65 | | 118,25 | | 99,25 | | | | | | |
| | 121,35 | | 112,20 | | 99,40 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 B - 3 | 122,95 | 119,38 | 119,40 | 115,55 | 98,70 | 97,81 | 13793,78 | 448,00 | 32,48 | | |
| | 117,80 | | 118,80 | | 98,05 | | | | | | |
| | 117,60 | | 109,70 | | 97,15 | | | | | | |
| | 119,15 | | 114,30 | | 97,35 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 B - 7 | 124,25 | 122,50 | 122,90 | 121,06 | 98,35 | 97,25 | 14830,16 | 502,00 | 33,85 | 32,61 | 32,78 |
| | 119,25 | | 121,50 | | 97,35 | | | | | | |
| | 121,50 | | 122,75 | | 96,85 | | | | | | |
| | 125,00 | | 117,10 | | 96,45 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 B - 8 | 123,95 | 122,65 | 125,65 | 122,11 | 97,15 | 96,68 | 14977,10 | 472,00 | 31,51 | | |
| | 119,55 | | 125,80 | | 96,65 | | | | | | |
| | 120,75 | | 115,35 | | 96,55 | | | | | | |
| | 126,35 | | 121,65 | | 96,35 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 C - 3 | 122,20 | 121,48 | 122,20 | 118,73 | 95,50 | 96,06 | 14422,12 | 432,00 | 29,95 | | |
| | 118,75 | | 119,40 | | 95,95 | | | | | | |
| | 119,10 | | 113,45 | | 96,35 | | | | | | |
| | 125,85 | | 119,85 | | 96,45 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 C - 5 | 122,95 | 121,15 | 117,10 | 112,34 | 95,25 | 97,04 | 13609,69 | 452,00 | 33,21 | 33,04 | |
| | 119,00 | | 112,95 | | 96,65 | | | | | | |
| | 118,75 | | 106,30 | | 97,90 | | | | | | |
| | 123,90 | | 113,00 | | 98,35 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 C - 7 | 124,75 | 122,35 | 122,55 | 118,65 | 100,00 | 98,30 | 14517,13 | 522,00 | 35,96 | | |
| | 118,80 | | 121,45 | | 98,55 | | | | | | |
| | 119,50 | | 111,75 | | 97,70 | | | | | | |
| | 126,35 | | 118,86 | | 96,95 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 74 Resistencia a Compresión de la Combinación 6 C=300 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 6 C = 300 A - 8 | 123,10 | 123,86 | 120,05 | 118,36 | 94,65 | 95,50 | 14660,68 | 416,00 | 28,38 | 32,55 | 33,91 |
| | 122,40 | | 122,05 | | 95,00 | | | | | | |
| | 122,45 | | 112,45 | | 95,60 | | | | | | |
| | 127,50 | | 118,90 | | 96,75 | | | | | | |
| | 120,60 | | 112,60 | | 95,00 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 A - 11 | 119,50 | 120,81 | 110,30 | 115,44 | 95,05 | 95,39 | 13946,29 | 442,00 | 31,69 | | |
| | 121,10 | | 117,75 | | 96,00 | | | | | | |
| | 122,05 | | 121,10 | | 95,50 | | | | | | |
| | 124,10 | | 120,85 | | 98,75 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 A - 12 | 119,65 | 122,31 | 120,40 | 117,48 | 98,10 | 97,74 | 14368,66 | 540,00 | 37,58 | | |
| | 120,90 | | 111,45 | | 97,15 | | | | | | |
| | 124,60 | | 117,20 | | 96,95 | | | | | | |
| | 122,20 | | 124,35 | | 96,55 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 B - 5 | 119,90 | 122,69 | 123,20 | 120,89 | 96,05 | 96,19 | 14831,39 | 500,00 | 33,71 | | |
| | 121,85 | | 115,25 | | 96,30 | | | | | | |
| | 126,80 | | 120,75 | | 95,85 | | | | | | |
| | 121,20 | | 110,30 | | 95,60 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 B - 3 | 120,30 | 121,11 | 110,50 | 115,28 | 95,65 | 96,00 | 13961,24 | 508,00 | 36,39 | | |
| | 121,10 | | 118,20 | | 96,05 | | | | | | |
| | 121,85 | | 122,10 | | 96,70 | | | | | | |
| | 124,20 | | 116,60 | | 96,00 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 B - 4 | 117,80 | 120,55 | 115,50 | 120,04 | 95,95 | 95,68 | 14470,52 | 514,00 | 35,52 | | |
| | 117,70 | | 121,15 | | 95,45 | | | | | | |
| | 122,50 | | 126,90 | | 95,30 | | | | | | |
| | 120,40 | | 118,10 | | 93,90 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 C - 3 | 119,90 | 121,01 | 117,65 | 121,50 | 94,45 | 93,66 | 14703,02 | 530,00 | 36,05 | | |
| | 121,45 | | 122,20 | | 93,60 | | | | | | |
| | 122,30 | | 128,05 | | 92,70 | | | | | | |
| | 125,85 | | 123,50 | | 95,00 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 C - 7 | 119,85 | 122,91 | 122,80 | 119,81 | 94,10 | 94,64 | 14726,45 | 578,00 | 39,25 | | |
| | 120,55 | | 113,45 | | 94,35 | | | | | | |
| | 125,40 | | 119,50 | | 95,10 | | | | | | |
| | 125,35 | | 122,55 | | 96,50 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 C - 8 | 119,90 | 122,66 | 123,20 | 117,76 | 95,00 | 95,14 | 14445,04 | 384,00 | 26,58 | | |
| | 121,15 | | 110,75 | | 94,35 | | | | | | |
| | 124,25 | | 114,55 | | 94,70 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75 Resistencia a Compresión de la Combinación 6 C=350 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 6 C = 350 A - 4 | 121,30 | 121,58 | 118,20 | 121,55 | 93,30 | 94,16 | 14777,44 | 460,00 | 31,13 | | 38,16 |
| | 120,20 | | 119,10 | | 94,00 | | | | | | |
| | 120,50 | | 122,80 | | 94,45 | | | | | | |
| | 124,30 | | 126,10 | | 94,90 | | | | | | |
| | 123,60 | | 119,35 | | 96,00 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 A - 10 | 119,70 | 121,53 | 108,50 | 114,38 | 96,10 | 96,04 | 13899,42 | 522,00 | 37,56 | 36,53 | |
| | 120,05 | | 110,05 | | 96,05 | | | | | | |
| | 122,75 | | 119,60 | | 96,00 | | | | | | |
| | 122,20 | | 114,80 | | 95,40 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 A - 11 | 120,55 | 121,51 | 113,70 | 118,74 | 95,80 | 95,88 | 14428,09 | 590,00 | 40,89 | | |
| | 120,30 | | 121,40 | | 95,90 | | | | | | |
| | 123,00 | | 125,05 | | 96,40 | | | | | | |
| | 121,40 | | 118,70 | | 91,80 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 B - 4 | 121,60 | 122,65 | 111,50 | 114,71 | 91,30 | 92,24 | 14069,49 | 524,00 | 37,24 | | |
| | 123,10 | | 111,05 | | 92,05 | | | | | | |
| | 124,50 | | 117,60 | | 93,80 | | | | | | |
| | 122,50 | | 117,70 | | 93,10 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 B - 5 | 121,05 | 123,20 | 114,15 | 117,31 | 92,60 | 92,96 | 14452,90 | 596,00 | 41,24 | 39,19 | |
| | 123,60 | | 114,00 | | 93,05 | | | | | | |
| | 125,65 | | 123,40 | | 93,10 | | | | | | |
| | 122,00 | | 114,60 | | 95,25 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 B - 10 | 121,40 | 122,60 | 113,05 | 117,66 | 95,10 | 95,06 | 14425,42 | 564,00 | 39,10 | | |
| | 122,70 | | 121,30 | | 94,70 | | | | | | |
| | 124,30 | | 121,70 | | 95,20 | | | | | | |
| | 123,10 | | 107,30 | | 92,90 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 C - 1 | 119,90 | 121,18 | 108,15 | 110,09 | 93,00 | 93,33 | 13339,85 | 518,00 | 38,83 | | |
| | 120,00 | | 110,50 | | 93,05 | | | | | | |
| | 121,70 | | 114,40 | | 94,35 | | | | | | |
| | 122,90 | | 115,40 | | 93,30 | | | | | | |
| | 121,70 | | 115,80 | | 94,05 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 C - 7 | 120,40 | 122,33 | 121,90 | 119,80 | 94,00 | 94,11 | 14654,54 | 638,00 | 43,54 | 38,76 | |
| | 124,30 | | 126,10 | | 95,10 | | | | | | |
| | 125,00 | | 109,40 | | 95,60 | | | | | | |
| | 122,30 | | 110,70 | | 96,60 | | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 C - 11 | 123,05 | 123,75 | 116,55 | 114,36 | 96,65 | 96,39 | 14152,36 | 480,00 | 33,92 | | |
| | 124,65 | | 120,80 | | 96,70 | | | | | | |
| | 122,30 | | 110,70 | | 96,60 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 76 Resistencia a Compresión de la Combinación 7 C=250 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 7 C = 250 (X) - 2 | 122,1 | 119,2125 | 108,15 | 111,75 | 97,45 | 97,3375 | 13321,997 | 414 | 31,08 | | 30,93 |
| | 116,7 | | 107,6 | | 97,6 | | | | | | |
| | 116,65 | | 110,2 | | 97,2 | | | | | | |
| | 121,4 | | 121,05 | | 97,1 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (X) - 5 | 122,1 | 119,15 | 114,15 | 113,5625 | 98,7 | 99,025 | 13530,972 | 502 | 37,10 | 35,18 | |
| | 118,6 | | 108,15 | | 99 | | | | | | |
| | 116,5 | | 113,3 | | 99,3 | | | | | | |
| | 119,4 | | 118,65 | | 99,1 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (X) - 10 | 124 | 121,15 | 115 | 117,125 | 95,8 | 95,325 | 14189,694 | 530 | 37,35 | | |
| | 119,2 | | 111,65 | | 95,15 | | | | | | |
| | 118,5 | | 116,8 | | 95,3 | | | | | | |
| | 122,9 | | 125,05 | | 95,05 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (Y) - 3 | 123,5 | 121 | 115,1 | 117,775 | 98,9 | 98,2875 | 14250,775 | 528 | 37,05 | | |
| | 117,5 | | 113,05 | | 98,3 | | | | | | |
| | 117,9 | | 118,65 | | 98 | | | | | | |
| | 125,1 | | 124,3 | | 97,95 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (Y) - 4 | 123,4 | 120,3 | 113,15 | 114,8 | 97,45 | 97,875 | 13810,44 | 458 | 33,16 | 30,99 | |
| | 118,75 | | 109,95 | | 97,35 | | | | | | |
| | 118,65 | | 114,2 | | 98,1 | | | | | | |
| | 120,4 | | 121,9 | | 98,6 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (Y) - 9 | 120,9 | 119,15 | 116,15 | 117,3375 | 99,2 | 98,925 | 13980,763 | 318 | 22,75 | | |
| | 117,35 | | 112,5 | | 99 | | | | | | |
| | 117,15 | | 115,2 | | 98,7 | | | | | | |
| | 121,2 | | 125,5 | | 98,8 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (Z) - 3 | 122,4 | 120,5 | 110,9 | 111,7875 | 95,9 | 95,4625 | 13470,394 | 310 | 23,01 | | |
| | 118,3 | | 106,8 | | 95,4 | | | | | | |
| | 118,6 | | 111,4 | | 95,3 | | | | | | |
| | 122,7 | | 118,05 | | 95,25 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (Z) - 5 | 124,4 | 121,125 | 113,5 | 114,25 | 95,65 | 94,7625 | 13838,531 | 448 | 32,37 | 26,64 | |
| | 119,25 | | 109,7 | | 94,6 | | | | | | |
| | 118,9 | | 114,35 | | 94,8 | | | | | | |
| | 121,95 | | 119,45 | | 94 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (Z) - 5 | 122,2 | 120,2625 | 112,1 | 114,525 | 95,8 | 95,35 | 13773,063 | 338 | 24,54 | | |
| | 117,55 | | 110 | | 95,3 | | | | | | |
| | 118,4 | | 115,05 | | 95,2 | | | | | | |
| | 122,9 | | 120,95 | | 95,1 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 77 Resistencia a Compresión de la Combinación 7 C=300 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 7 C = 300 X - 3 | 121,60 | 122,66 | 115,70 | 118,89 | 96,40 | 96,45 | 14583,04 | 556,00 | 38,13 | | 33,73 |
| | 122,10 | | 117,30 | | 96,45 | | | | | | |
| | 122,90 | | 118,50 | | 96,65 | | | | | | |
| | 124,05 | | 124,05 | | 96,30 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 X - 4 | 123,70 | 122,31 | 114,40 | 117,75 | 92,95 | 94,14 | 14402,30 | 474,00 | 32,91 | 34,61 | |
| | 121,20 | | 112,15 | | 93,60 | | | | | | |
| | 120,90 | | 119,90 | | 94,30 | | | | | | |
| | 123,45 | | 124,55 | | 95,70 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 X - 10 | 120,40 | 120,13 | 115,75 | 118,80 | 95,50 | 96,29 | 14270,85 | 468,00 | 32,79 | | |
| | 118,45 | | 114,10 | | 96,40 | | | | | | |
| | 119,05 | | 121,20 | | 96,30 | | | | | | |
| | 122,60 | | 124,15 | | 96,95 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 Y - 1 | 121,60 | 121,43 | 113,15 | 114,34 | 95,60 | 95,61 | 13883,43 | 416,00 | 29,96 | | |
| | 120,50 | | 109,25 | | 95,40 | | | | | | |
| | 121,15 | | 114,90 | | 95,50 | | | | | | |
| | 122,45 | | 120,05 | | 95,95 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 Y - 4 | 120,30 | 120,30 | 115,00 | 117,89 | 95,90 | 95,44 | 14181,87 | 514,00 | 36,24 | 34,59 | |
| | 119,70 | | 113,05 | | 95,30 | | | | | | |
| | 120,40 | | 120,30 | | 95,20 | | | | | | |
| | 120,80 | | 123,20 | | 95,35 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 Y - 7 | 122,00 | 120,83 | 115,10 | 118,55 | 96,30 | 96,93 | 14323,80 | 538,00 | 37,56 | | |
| | 118,85 | | 115,20 | | 97,00 | | | | | | |
| | 120,20 | | 119,95 | | 97,30 | | | | | | |
| | 122,25 | | 123,95 | | 97,10 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 Z - 1 | 121,40 | 121,59 | 111,05 | 114,10 | 95,35 | 95,58 | 13873,13 | 336,00 | 24,22 | | |
| | 121,30 | | 110,00 | | 95,90 | | | | | | |
| | 121,25 | | 115,80 | | 95,45 | | | | | | |
| | 122,40 | | 119,55 | | 95,60 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 Z - 9 | 120,40 | 121,16 | 117,50 | 120,41 | 94,25 | 94,71 | 14589,48 | 520,00 | 35,64 | 31,99 | |
| | 118,60 | | 115,70 | | 94,55 | | | | | | |
| | 120,90 | | 123,40 | | 94,65 | | | | | | |
| | 124,75 | | 125,05 | | 95,40 | | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 Z - 12 | 120,90 | 120,81 | 111,55 | 113,29 | 95,30 | 95,29 | 13686,55 | 494,00 | 36,09 | | |
| | 119,25 | | 108,75 | | 95,05 | | | | | | |
| | 119,80 | | 114,45 | | 95,10 | | | | | | |
| | 123,30 | | 118,40 | | 95,70 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 78 Resistencia a Compresión de la Combinación 7 C=350 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 7 C = 350 X - 3 | 123,20 | 122,44 | 112,90 | 116,64 | 95,30 | 95,46 | 14280,80 | 588,00 | 41,17 | | 37,95 |
| | 120,65 | | 113,70 | | 95,00 | | | | | | |
| | 122,15 | | 118,50 | | 95,50 | | | | | | |
| | 123,75 | | 121,45 | | 96,05 | | | | | | |
| 122,10 | 113,80 | 95,90 | | | | | | | | | |
| 119,55 | 113,15 | 95,20 | | | | | | | | | |
| 120,90 | 124,15 | 95,10 | | | | | | | | | |
| 125,05 | 125,80 | 94,85 | | | | | | | | | |
| 122,30 | 113,20 | 96,30 | | | | | | | | | |
| 119,15 | 111,35 | 96,90 | | | | | | | | | |
| 118,80 | 121,15 | 96,40 | | | | | | | | | |
| 124,50 | 124,05 | 96,55 | | | | | | | | | |
| 121,75 | 128,50 | 95,30 | | | | | | | | | |
| 119,50 | 115,00 | 95,05 | | | | | | | | | |
| 118,10 | 122,25 | 95,20 | | | | | | | | | |
| 121,45 | 123,65 | 95,45 | | | | | | | | | |
| 124,30 | 115,70 | 94,90 | | | | | | | | | |
| 120,60 | 111,00 | 95,20 | | | | | | | | | |
| 120,40 | 117,95 | 95,70 | | | | | | | | | |
| 124,95 | 123,15 | 96,40 | | | | | | | | | |
| 129,30 | 116,45 | 97,50 | | | | | | | | | |
| 119,85 | 115,10 | 97,60 | | | | | | | | | |
| 120,70 | 122,50 | 97,85 | | | | | | | | | |
| 125,45 | 126,00 | 97,95 | | | | | | | | | |
| 122,40 | 113,35 | 95,70 | | | | | | | | | |
| 119,30 | 112,60 | 95,40 | | | | | | | | | |
| 119,80 | 117,40 | 95,10 | | | | | | | | | |
| 126,45 | 123,15 | 95,00 | | | | | | | | | |
| 121,25 | 110,30 | 95,70 | | | | | | | | | |
| 118,25 | 108,90 | 95,55 | | | | | | | | | |
| 119,20 | 118,20 | 95,30 | | | | | | | | | |
| 125,10 | 121,40 | 94,80 | | | | | | | | | |
| 123,30 | 115,30 | 94,40 | | | | | | | | | |
| 119,80 | 111,15 | 94,50 | | | | | | | | | |
| 122,80 | 116,60 | 94,35 | | | | | | | | | |
| 124,70 | 123,80 | 93,85 | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 79 Resistencia a Compresión de la Combinación 8 C=250 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 8 C = 250 X - 4 | 122,10 | 119,86 | 115,75 | 118,26 | 98,20 | 98,31 | 14175,24 | 428,00 | 30,19 | | 31,92 |
| | 117,60 | | 112,50 | | 98,30 | | | | | | |
| | 118,15 | | 120,40 | | 98,15 | | | | | | |
| | 121,60 | | 124,40 | | 98,60 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 X - 7 | 122,40 | 119,10 | 113,20 | 116,49 | 98,10 | 97,38 | 13873,66 | 580,00 | 41,81 | 38,06 | |
| | 116,80 | | 110,45 | | 97,50 | | | | | | |
| | 116,65 | | 118,10 | | 96,90 | | | | | | |
| | 120,55 | | 124,20 | | 97,00 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 X - 10 | 122,10 | 118,88 | 111,70 | 112,45 | 97,35 | 97,63 | 13367,49 | 564,00 | 42,19 | | |
| | 116,65 | | 107,85 | | 97,70 | | | | | | |
| | 116,40 | | 112,05 | | 97,80 | | | | | | |
| | 120,35 | | 118,20 | | 97,65 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 Y - 9 | 123,45 | 120,03 | 113,10 | 115,26 | 99,80 | 99,80 | 13834,38 | 554,00 | 40,05 | | |
| | 117,80 | | 110,40 | | 100,00 | | | | | | |
| | 116,60 | | 115,30 | | 99,65 | | | | | | |
| | 122,25 | | 122,25 | | 99,75 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 Y - 11 | 121,60 | 119,44 | 116,20 | 118,79 | 98,80 | 98,46 | 14187,68 | 550,00 | 38,77 | 30,60 | |
| | 116,95 | | 113,90 | | 98,10 | | | | | | |
| | 117,00 | | 120,30 | | 98,50 | | | | | | |
| | 122,20 | | 124,75 | | 98,45 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 Y - 12 | 122,40 | 119,56 | 112,70 | 115,98 | 97,10 | 97,30 | 13866,26 | 180,00 | 12,98 | | |
| | 117,70 | | 117,60 | | 97,30 | | | | | | |
| | 116,50 | | 114,00 | | 97,80 | | | | | | |
| | 121,65 | | 119,60 | | 97,00 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 Z - 1 | 122,90 | 120,71 | 113,80 | 117,80 | 97,65 | 97,86 | 14219,93 | 290,00 | 20,39 | | |
| | 118,05 | | 119,60 | | 97,15 | | | | | | |
| | 118,20 | | 115,50 | | 98,30 | | | | | | |
| | 123,70 | | 122,30 | | 98,35 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 Z - 6 | 122,40 | 119,60 | 111,50 | 114,96 | 97,55 | 97,68 | 13749,52 | 438,00 | 31,86 | 27,10 | |
| | 117,00 | | 110,25 | | 97,10 | | | | | | |
| | 117,30 | | 115,65 | | 97,70 | | | | | | |
| | 121,70 | | 122,45 | | 98,35 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 Z - 10 | 122,05 | 119,56 | 113,10 | 115,18 | 97,05 | 97,01 | 13770,61 | 400,00 | 29,05 | | |
| | 117,00 | | 109,60 | | 96,95 | | | | | | |
| | 117,20 | | 115,30 | | 97,00 | | | | | | |
| | 122,00 | | 122,70 | | 97,05 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 80 Resistencia a Compresión de la Combinación 8 C=300 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 8 C = 300 X - 3 | 122,00 | 122,80 | 120,80 | 120,83 | 92,90 | 93,31 | 14837,31 | 360,00 | 24,26 | | |
| | 121,60 | | 116,60 | | 93,10 | | | | | | |
| | 121,10 | | 121,20 | | 93,20 | | | | | | |
| | 126,50 | | 124,70 | | 94,05 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 X - 7 | 122,80 | 122,50 | 118,70 | 96,71 | 96,60 | 96,23 | 11847,28 | 508,00 | 42,88 | 33,49 | |
| | 120,80 | | 16,90 | | 96,40 | | | | | | |
| | 121,90 | | 124,65 | | 96,10 | | | | | | |
| | 124,50 | | 126,60 | | 95,80 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 X - 8 | 125,25 | 123,88 | 119,80 | 123,03 | 93,55 | 93,81 | 15239,72 | 508,00 | 33,33 | | |
| | 122,60 | | 117,90 | | 93,55 | | | | | | |
| | 122,45 | | 124,90 | | 94,00 | | | | | | |
| | 125,20 | | 129,50 | | 94,15 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 Y - 2 | 120,50 | 121,24 | 115,50 | 117,31 | 94,70 | 94,85 | 14222,67 | 510,00 | 35,86 | | |
| | 119,30 | | 112,50 | | 94,40 | | | | | | |
| | 119,90 | | 118,05 | | 95,20 | | | | | | |
| | 125,25 | | 123,20 | | 95,10 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 Y - 6 | 122,20 | 120,79 | 114,00 | 118,45 | 95,10 | 95,40 | 14307,28 | 572,00 | 39,98 | 32,56 | 34,57 |
| | 119,00 | | 113,30 | | 95,50 | | | | | | |
| | 119,30 | | 121,60 | | 95,40 | | | | | | |
| | 122,65 | | 124,90 | | 95,60 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 Y - 10 | 120,10 | 120,55 | 112,00 | 117,71 | 98,05 | 97,94 | 14190,24 | 310,00 | 21,85 | | |
| | 118,60 | | 114,80 | | 98,10 | | | | | | |
| | 119,80 | | 121,35 | | 97,85 | | | | | | |
| | 123,70 | | 122,70 | | 97,75 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 Z - 4 | 119,40 | 121,24 | 111,60 | 115,56 | 97,80 | 98,01 | 14010,51 | 310,00 | 22,13 | | |
| | 120,05 | | 112,30 | | 97,90 | | | | | | |
| | 121,00 | | 117,10 | | 98,15 | | | | | | |
| | 124,50 | | 121,25 | | 98,20 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 Z - 7 | 121,30 | 120,46 | 113,60 | 117,04 | 98,20 | 98,15 | 14098,63 | 628,00 | 44,54 | 37,65 | |
| | 118,45 | | 111,70 | | 98,10 | | | | | | |
| | 118,30 | | 119,05 | | 98,05 | | | | | | |
| | 123,80 | | 123,80 | | 98,25 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 Z - 10 | 119,10 | 118,93 | 117,50 | 119,58 | 96,60 | 96,19 | 14220,46 | 658,00 | 46,27 | | |
| | 117,10 | | 115,65 | | 96,20 | | | | | | |
| | 117,70 | | 121,30 | | 95,80 | | | | | | |
| | 121,80 | | 123,85 | | 96,15 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 81 Resistencia a Compresión de la Combinación 8 C=350 [Kg]

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] | Promedio Combinación [Mpa] |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Combinación 8 C = 350 X - 3 | 119,75 | 119,76 | 109,50 | 112,58 | 99,55 | 98,94 | 13482,26 | 534,00 | 39,61 | | 40,92 |
| | 118,05 | | 107,80 | | 99,05 | | | | | | |
| | 119,20 | | 114,70 | | 98,55 | | | | | | |
| | 122,05 | | 118,30 | | 98,60 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 X - 6 | 121,50 | 120,25 | 115,50 | 118,01 | 99,30 | 98,74 | 14191,00 | 618,00 | 43,55 | 42,64 | |
| | 118,15 | | 113,00 | | 98,75 | | | | | | |
| | 118,50 | | 121,65 | | 98,80 | | | | | | |
| | 122,85 | | 121,90 | | 98,10 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 X - 10 | 120,40 | 119,74 | 113,10 | 113,79 | 96,80 | 96,85 | 13624,63 | 610,00 | 44,77 | | |
| | 117,90 | | 109,10 | | 96,60 | | | | | | |
| | 118,85 | | 113,80 | | 96,80 | | | | | | |
| | 121,80 | | 119,15 | | 97,20 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 Y - 5 | 121,50 | 121,09 | 110,55 | 114,16 | 95,30 | 95,45 | 13823,65 | 444,00 | 32,12 | | |
| | 119,00 | | 108,60 | | 95,60 | | | | | | |
| | 119,60 | | 115,45 | | 95,40 | | | | | | |
| | 124,25 | | 122,05 | | 95,50 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 Y - 7 | 119,60 | 120,91 | 112,40 | 114,00 | 96,35 | 96,38 | 13784,03 | 620,00 | 44,98 | 39,64 | |
| | 119,00 | | 109,15 | | 96,30 | | | | | | |
| | 120,55 | | 115,45 | | 96,25 | | | | | | |
| | 124,50 | | 119,00 | | 96,60 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 Y - 11 | 122,60 | 122,08 | 113,70 | 116,75 | 96,95 | 96,71 | 14252,26 | 596,00 | 41,82 | | |
| | 119,80 | | 110,80 | | 96,90 | | | | | | |
| | 120,80 | | 119,30 | | 96,80 | | | | | | |
| | 125,10 | | 123,20 | | 96,20 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 Z - 2 | 121,80 | 120,28 | 113,20 | 115,10 | 97,40 | 96,85 | 13843,65 | 490,00 | 35,40 | | |
| | 118,25 | | 109,40 | | 97,10 | | | | | | |
| | 119,00 | | 117,75 | | 96,80 | | | | | | |
| | 122,05 | | 120,05 | | 96,10 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 Z - 3 | 122,20 | 120,95 | 114,80 | 118,00 | 98,90 | 98,55 | 14272,10 | 600,00 | 42,04 | 40,48 | |
| | 119,30 | | 112,80 | | 98,80 | | | | | | |
| | 119,10 | | 120,35 | | 98,40 | | | | | | |
| | 123,20 | | 124,05 | | 98,10 | | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 Z - 7 | 122,20 | 121,00 | 108,80 | 114,20 | 95,50 | 95,38 | 13818,20 | 608,00 | 44,00 | | |
| | 118,70 | | 110,30 | | 95,45 | | | | | | |
| | 119,50 | | 117,30 | | 95,40 | | | | | | |
| | 123,60 | | 120,40 | | 95,15 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

4.6.2 Análisis de Duncan y Anova para Compresión

Tabla 82 Valores iniciales análisis Anova y Duncan – Compresión

Datos Resistencia a Compresión para el análisis de Anova 67
 Diseño de factores cantidad de cemento y tamaño máximo de agregado
 (Datos experimentales resultado del promedio de 3 réplicas)

| Resistencia a Compresión- Datos de Análisis | | | |
|--|---|-------|-------|
| Combinación de Agregados | Cantidad de cemento [Kg/m ³] en la mezcla de Hormigón | | |
| | 250 | 300 | 350 |
| Combinación N°1 | 20.17 | 25.96 | 27.74 |
| | 26.72 | 30.97 | 41.58 |
| | 28.88 | 31.22 | 34.41 |
| Combinación N°2 | 21.33 | 30.99 | 33.42 |
| | 29.14 | 31.06 | 37.66 |
| | 29.28 | 30.41 | 34.51 |
| Combinación N°3 | 19.53 | 24.47 | 32.16 |
| | 18.71 | 24.47 | 30.96 |
| | 16.58 | 22.24 | 31.60 |
| Combinación N°4 | 18.83 | 28.37 | 33.26 |
| | 20.27 | 24.81 | 34.83 |
| | 24.67 | 26.69 | 33.80 |
| Combinación N°5 | 35.52 | 35.13 | 40.97 |
| | 35.29 | 36.59 | 41.68 |
| | 36.52 | 36.23 | 41.87 |
| Combinación N°6 | 32.68 | 32.55 | 36.53 |
| | 32.61 | 35.21 | 39.19 |
| | 33.04 | 33.96 | 38.76 |
| Combinación N°7 | 35.18 | 34.61 | 37.95 |
| | 30.99 | 34.59 | 36.86 |
| | 26.64 | 31.99 | 37.65 |
| Combinación N°8 | 38.06 | 33.49 | 42.64 |
| | 30.60 | 32.56 | 39.64 |
| | 27.10 | 37.65 | 40.48 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 83 Valores promedios análisis Anova y Duncan - Compresión
 Datos Resistencia a Compresión - Promedio final de las 3 repeticiones
 (1 repetición es el promedio de tres roturas)

| Resistencia a Compresión - Promedio final de los resultados por combinación | | | |
|--|--|-------|-------|
| Combinación de Agregados | Cantidad de cemento Kg/m ³ en la mezcla de Hormigón | | |
| | 250 | 300 | 350 |
| Combinación Nº1 | 25.26 | 29.38 | 34.58 |
| Combinación Nº2 | 26.58 | 30.82 | 35.20 |
| Combinación Nº3 | 18.27 | 23.73 | 31.57 |
| Combinación Nº4 | 21.26 | 26.62 | 33.96 |
| Combinación Nº5 | 35.77 | 35.98 | 41.51 |
| Combinación Nº6 | 32.78 | 33.91 | 38.16 |
| Combinación Nº7 | 30.93 | 33.73 | 37.48 |
| Combinación Nº8 | 31.92 | 34.57 | 40.92 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 84 Análisis de Anova para Resistencia a Compresión
Tamaño Máximo Agregado 3/8", N°4, 3/4" - Cantidad de cemento 250,300 y 350 [Kg/m³]

| Fuente de variación | grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados Medios | Razón F _c | Fisher (F _t) | |
|----------------------|--------------------|-------------------|------------------|----------------------|--------------------------|-------------|
| | | | | | alfa = 0.01 | alfa = 0.05 |
| Repetición | 2 | 13.657 | 6.828 | 0.869 | 5.12 | 3.21 |
| Efectos principales | | | | | | |
| A (Tamaño agregado) | 7 | 1303.784 | 186.255 | 23.714 | 3.07 | 2.23 |
| B (Cantidad Cemento) | 2 | 956.426 | 478.213 | 60.885 | 5.12 | 3.21 |
| Interacción AB | 14 | 102.940 | 7.353 | 0.936 | 2.32 | 1.81 |
| Error | 46 | 361.300 | 7.854 | | | |
| Total | 71 | 2738.107 | | | | |

F_c > F_t región crítica de rechazo a H₀

Fuente: Elaboración Propia

- Conclusión:**
- 1.- La repetición no es significativa para alfa 0.05 y no para alfa 0.01
 - 2.- El tamaño de agregado (factor A) es significativo para alfa = 0.01 y 0.05
 - 3.- La cantidad de cemento (factor B) es significativa para alfa = 0.05 y para alfa = 0.01
 - 4.- La interacción de los factores A y B no es significativa para alfa = 0.05 y no para alfa = 0.01

- Nótese que los ensayos mostraron, fruto del análisis estadístico, una mayor influencia significativa del factor cantidad de cemento que las combinaciones de agregados según el análisis realizado en la investigación.
- Se puede observar que la interacción entre los factores A y B no fue significativa.

Tabla 85 Matriz general de análisis de Duncan para Compresión

| valor mayor | Ŷ 83= | Ŷ 63= | Ŷ 73= | Ŷ 52= | Ŷ 51= | Ŷ 23= | Ŷ 13= | Ŷ 82= | Ŷ 43= | Ŷ 62= | Ŷ 72= | Ŷ 61= | Ŷ 81= | Ŷ 33= | Ŷ 71= | Ŷ 22= | Ŷ 12= | Ŷ 42= | Ŷ 21= | Ŷ 11= | Ŷ 32= | Ŷ 41= | Ŷ 31= | p | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| Ŷ 53= | 41,51 | 0,59 | 3,35 | 4,02 | 5,53 | 5,73 | 6,31 | 6,93 | 6,94 | 7,54 | 7,60 | 7,78 | 8,73 | 9,59 | 9,93 | 10,57 | 10,69 | 12,12 | 14,88 | 14,92 | 16,25 | 17,78 | 20,25 | 23,23 | 24 |
| Ŷ 83= | 40,92 | | 2,76 | 3,44 | 4,94 | 5,15 | 5,72 | 6,34 | 6,35 | 6,96 | 7,01 | 7,19 | 8,14 | 9,00 | 9,35 | 9,99 | 10,10 | 11,54 | 14,30 | 14,34 | 15,66 | 17,19 | 19,66 | 22,65 | 23 |
| Ŷ 63= | 38,16 | | | 0,68 | 2,18 | 2,39 | 2,96 | 3,58 | 3,59 | 4,20 | 4,25 | 4,43 | 5,38 | 6,24 | 6,59 | 7,22 | 7,34 | 8,78 | 11,54 | 11,58 | 12,90 | 14,43 | 16,90 | 19,89 | 22 |
| Ŷ 73= | 37,48 | | | | 1,50 | 1,71 | 2,29 | 2,91 | 2,92 | 3,52 | 3,58 | 3,76 | 4,70 | 5,56 | 5,91 | 6,55 | 6,67 | 8,10 | 10,86 | 10,90 | 12,23 | 13,76 | 16,23 | 19,21 | 21 |
| Ŷ 52= | 35,98 | | | | | 0,21 | 0,78 | 1,40 | 1,41 | 2,02 | 2,07 | 2,25 | 3,20 | 4,06 | 4,41 | 5,04 | 5,16 | 6,60 | 9,36 | 9,40 | 10,72 | 12,25 | 14,72 | 17,71 | 20 |
| Ŷ 51= | 35,77 | | | | | | 0,58 | 1,19 | 1,21 | 1,81 | 1,87 | 2,04 | 2,99 | 3,85 | 4,20 | 4,84 | 4,95 | 6,39 | 9,15 | 9,19 | 10,51 | 12,05 | 14,52 | 17,50 | 19 |
| Ŷ 23= | 35,20 | | | | | | | 0,62 | 0,63 | 1,23 | 1,29 | 1,47 | 2,42 | 3,28 | 3,62 | 4,26 | 4,38 | 5,81 | 8,57 | 8,61 | 9,94 | 11,47 | 13,94 | 16,92 | 18 |
| Ŷ 13= | 34,58 | | | | | | | | 0,01 | 0,62 | 0,67 | 0,85 | 1,80 | 2,66 | 3,01 | 3,64 | 3,76 | 5,19 | 7,96 | 7,99 | 9,32 | 10,85 | 13,32 | 16,31 | 17 |
| Ŷ 82= | 34,57 | | | | | | | | | 0,60 | 0,66 | 0,84 | 1,79 | 2,65 | 2,99 | 3,63 | 3,75 | 5,18 | 7,94 | 7,98 | 9,31 | 10,84 | 13,31 | 16,30 | 16 |
| Ŷ 43= | 33,96 | | | | | | | | | | 0,06 | 0,23 | 1,18 | 2,04 | 2,39 | 3,03 | 3,14 | 4,58 | 7,34 | 7,38 | 8,70 | 10,23 | 12,70 | 15,69 | 15 |
| Ŷ 62= | 33,91 | | | | | | | | | | | 0,18 | 1,13 | 1,99 | 2,33 | 2,97 | 3,09 | 4,52 | 7,28 | 7,32 | 8,65 | 10,18 | 12,65 | 15,63 | 14 |
| Ŷ 72= | 33,73 | | | | | | | | | | | | 0,95 | 1,81 | 2,16 | 2,79 | 2,91 | 4,34 | 7,11 | 7,14 | 8,47 | 10,00 | 12,47 | 15,46 | 13 |
| Ŷ 61= | 32,78 | | | | | | | | | | | | | 0,86 | 1,21 | 1,84 | 1,96 | 3,39 | 6,16 | 6,20 | 7,52 | 9,05 | 11,52 | 14,51 | 12 |
| Ŷ 81= | 31,92 | | | | | | | | | | | | | | 0,35 | 0,99 | 1,10 | 2,54 | 5,30 | 5,34 | 6,66 | 8,19 | 10,66 | 13,65 | 11 |
| Ŷ 33= | 31,57 | | | | | | | | | | | | | | | 0,64 | 0,75 | 2,19 | 4,95 | 4,99 | 6,31 | 7,85 | 10,32 | 13,30 | 10 |
| Ŷ 71= | 30,93 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,12 | 1,55 | 4,31 | 4,35 | 5,68 | 7,21 | 9,68 | 12,66 | 9 |
| Ŷ 22= | 30,82 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,43 | 4,20 | 4,23 | 5,56 | 7,09 | 9,56 | 12,55 | 8 |
| Ŷ 12= | 29,38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,76 | 2,80 | 4,13 | 5,66 | 8,13 | 11,11 | 7 |
| Ŷ 42= | 26,62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,04 | 1,36 | 2,90 | 5,37 | 8,35 | 6 |
| Ŷ 21= | 26,58 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,33 | 2,86 | 5,33 | 8,31 | 5 |
| Ŷ 11= | 25,26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,53 | 4,00 | 6,99 | 4 |
| Ŷ 32= | 23,73 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,47 | 5,46 | 3 |
| Ŷ 41= | 21,26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,99 | 2 |

Fuente: Elaboración propia

valores no significativos

valores significativos

Fuente: Elaboración Propia

- Cantidad de cemento 350 Kg
- Cantidad de cemento 300 Kg
- Cantidad de cemento 250 Kg

Ŷ_{ij}

i = # de combinación de agregado (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C8)

J = Cantidad de Cemento (1 =250 Kg, 2=300 Kg y 3=350 Kg)

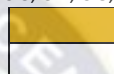
Tabla 86 Matriz de comparación por el método de Duncan - Compresión con 250 [Kg/m³]

| | | C-5 | C-6 | C-8 | C-7 | C-2 | C-1 | C-4 | C-3 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Ŷ 51= | Ŷ 61= | Ŷ 81= | Ŷ 71= | Ŷ 21= | Ŷ 11= | Ŷ 41= | Ŷ 31= |
| | | 35.77 | 32.78 | 31.92 | 30.93 | 26.58 | 25.26 | 21.26 | 18.27 |
| C-5 | Ŷ 51= | 35.77 | | | | | | | |
| C-6 | Ŷ 61= | 32.78 | | | | | | | |
| C-8 | Ŷ 81= | 31.92 | | | | | | | |
| C-7 | Ŷ 71= | 30.93 | | | | | | | |
| C-2 | Ŷ 21= | 26.58 | | | | | | | |
| C-1 | Ŷ 11= | 25.26 | | | | | | | |
| C-4 | Ŷ 41= | 21.26 | | | | | | | |

Ŷ_{ij} donde: i= C-1= Combinación 1, se sigue el mismo criterio para C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7 y C-8. J=1=cemento 250 kg

valores no significativos

valores significativos



El gráfico anterior corresponde a la prueba de Duncan, para 8 combinaciones de agregado y 250 [Kg/m³] de cantidad de cemento. Este método compara las medias de resistencias a compresión, por lo que el análisis establece la significancia estadística siguiente:

- La combinación c5 tiene diferencia significativa con las combinaciones c2, c1, c4 y c3 asimismo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c5, c6, c8, y c7
- La combinación c6 tiene diferencia significativa con las combinaciones c2, c1, c4 y c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c6, c5, c8, y c7
- La combinación c8 tiene diferencia significativa con las combinaciones c2, c1, c4 y c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c8, c5, c6, y c7
- La combinación c7 tiene diferencia significativa con las combinaciones c1, c4 y c3 al mismo tiempo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c7, c5, c6, c8 y c2
- La combinación c2 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c6, c8, c4 y c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c2, c7 y c1
- La combinación c1 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c6, c8, c7 y c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c1, c2 y c4
- La combinación c4 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c6, c8, c7 y c2 también se tiene que no hay diferencia significativa entre las combinaciones c4, c1 y c3

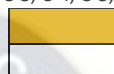
Tabla 87 Matriz de comparación por el método de Duncan - Compresión con 300 [Kg/m³]

| | | C-5 | C-8 | C-6 | C-7 | C-2 | C-1 | C-4 | C-3 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Ŷ 52= | 35.98 | 34.57 | 33.91 | 33.73 | 30.82 | 29.38 | 26.62 | 23.73 |
| C-5 | Ŷ 52= | 35.98 | | | | | | | |
| C-8 | Ŷ 82= | 34.57 | | | | | | | |
| C-6 | Ŷ 62= | 33.91 | | | | | | | |
| C-7 | Ŷ 72= | 33.73 | | | | | | | |
| C-2 | Ŷ 22= | 30.82 | | | | | | | |
| C-1 | Ŷ 12= | 29.38 | | | | | | | |
| C-4 | Ŷ 42= | 26.62 | | | | | | | |

Ŷ_{ij} donde: i= C-1= Combinación 1, se sigue el mismo criterio para C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7 y C-8. J=2=cemento 300 kg

valores no significativos

valores significativos



El gráfico anterior corresponde a la prueba de Duncan, para 8 combinaciones de agregado y 300 [Kg/m³] de cantidad de cemento. Este método compara las medias de resistencias a compresión, por lo que el análisis establece la significancia estadística siguiente:

- La combinación c5 tiene diferencia significativa con las combinaciones c1, c4 y c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c5, c8, c6, c7 y c2
- La combinación c8 tiene diferencia significativa con las combinaciones c4 y c3 asimismo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c8, c5, c6, c7, c2 y c1
- La combinación c6 tiene diferencia significativa con las combinaciones c4 y c3 a su vez se tiene que no hay diferencia significativa entre las combinaciones c6, c5, c8, c7, c2 y c1
- La combinación c7 tiene diferencia significativa con las combinaciones c4 y c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c7, c5, c8, c6, c2 y c1
- La combinación c2 tiene diferencia significativa con la combinación c3 también se ve que no hay diferencia significativa entre las combinaciones c2, c5, c8, c6, c7, c1 y c4
- La combinación c1 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5 y c3 al mismo tiempo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c1, c8, c6, c7, c2 y c4.
- La combinación c4 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5, c8, c6 y c7 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c4, c2, c1 y c3.

Tabla 88 Matriz de comparación por el método de Duncan - Compresión con 350 [Kg/m³]

| | | | C-5 | C-8 | C-6 | C-7 | C-2 | C-1 | C-4 | C-3 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | Ŷ 53= | Ŷ 83= | Ŷ 63= | Ŷ 73= | Ŷ 23= | Ŷ 13= | Ŷ 43= | Ŷ 33= |
| | | | 41.51 | 40.92 | 38.16 | 37.48 | 35.20 | 34.58 | 33.96 | 31.57 |
| C-5 | Ŷ 53= | 41.51 | | | | | | | | |
| C-8 | Ŷ 83= | 40.92 | | | | | | | | |
| C-6 | Ŷ 63= | 38.16 | | | | | | | | |
| C-7 | Ŷ 73= | 37.48 | | | | | | | | |
| C-2 | Ŷ 23= | 35.20 | | | | | | | | |
| C-1 | Ŷ 13= | 34.58 | | | | | | | | |
| C-4 | Ŷ 43= | 33.96 | | | | | | | | |

Ŷ_{ij} donde: i= C-1= Combinación 1, se sigue el mismo criterio para C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7 y C-8. J=3=cemento 350 kg

valores no significativos

valores significativos

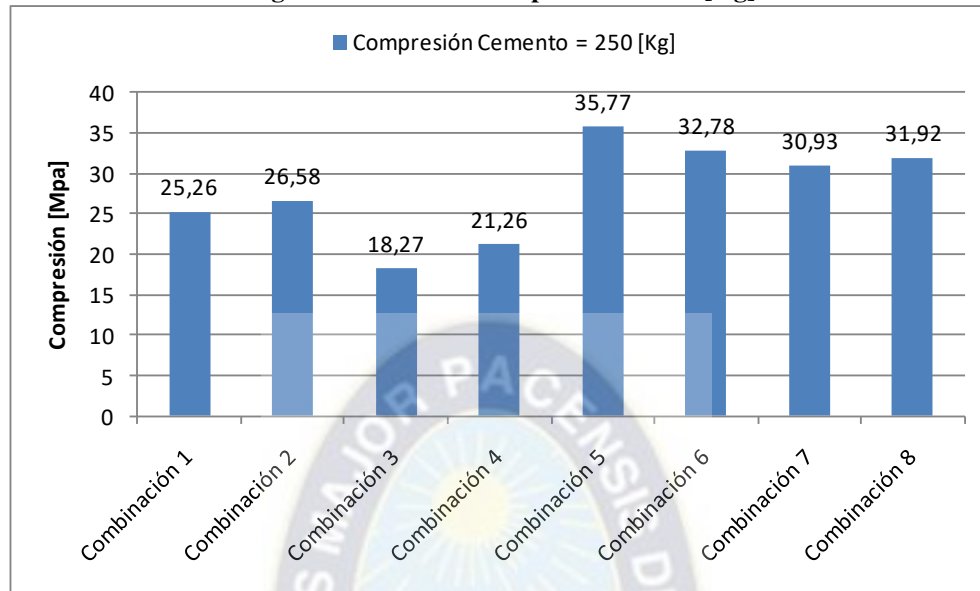
| |
|--|
| |
| |

El gráfico anterior corresponde a la prueba de Duncan, para 8 combinaciones de agregado y 350 [Kg/m³] de cantidad de cemento. Este método compara las medias de resistencias a compresión, por lo que el análisis establece la significancia estadística siguiente:

- La combinación c5 tiene diferencia significativa con las combinación c2, c1, c4 y c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c5, c8, c6, y c7.
- La combinación c8 tiene diferencia significativa con las combinación c2, c1, c4 y c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c8, c5, c6, y c7.
- La combinación c6 tiene diferencia significativa con las combinación c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c6, c5, c8, c7, c2, c1 y c4
- La combinación c7 tiene diferencia significativa con las combinación c3 al mismo tiempo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c7, c5, c8, c6, c2, c1 y c4
- La combinación c2 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5 y c8 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c2, c6, c7, c1, c4 y c3
- La combinación c1 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5 y c8 asimismo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c1, c6, c7, c2, c4 y c3
- La combinación c4 tiene diferencia significativa con las combinaciones c5 y c8 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c4, c6, c7, c2, c1 y c3

4.6.3 Análisis de las mejores combinaciones de la Resistencia a Compresión

Figura 23 Resumen Compresión C=250 [Kg]

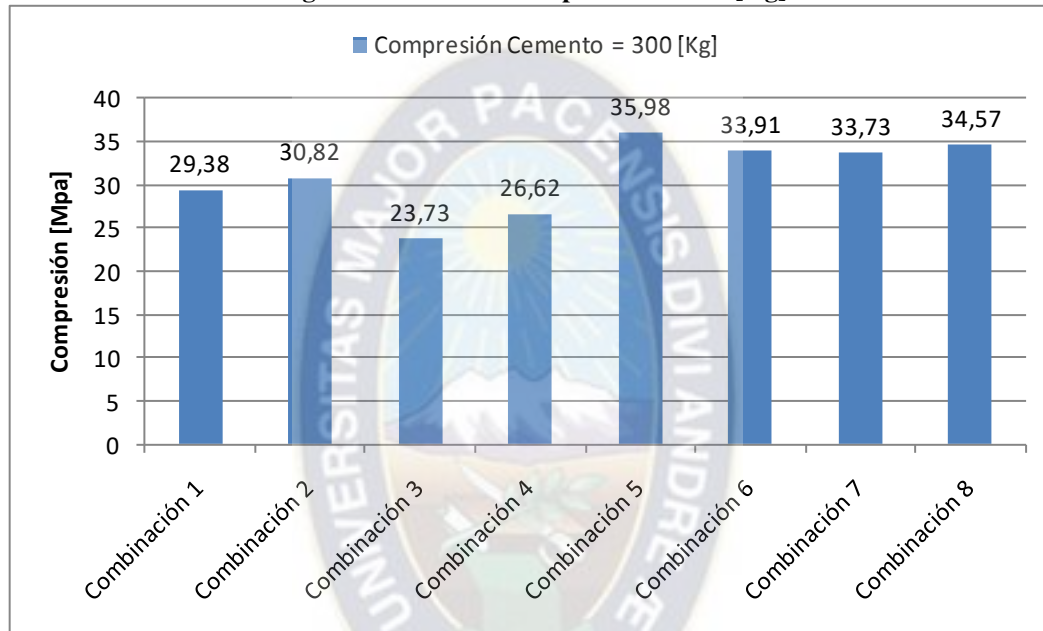


Fuente: Elaboración Propia

- Como se puede observar en el gráfico 9, para una cantidad de cemento en la mezcla de 250 [Kg/m³] la resistencia a Compresión máxima fue obtenida por la combinación 5 y por el contrario la resistencia a compresión mínima fue obtenida con la combinación de agregados 3.
- Nótese también que las combinaciones 5, 6,7 y 8 (grupo de mayores resistencias) conformado en parte por grava Vilaque que define el TMN a ¾", son las que mejores resultados a Compresión han desarrollado en comparación con las combinaciones 1,2,3 y 4 (grupo de menores resistencias de TMN N°4 y 3/8").
- Para concluir, dentro del grupo de menores resistencias (combinaciones 1,2,3 y 4), las que peores resistencias a flexión mostraron son las combinaciones 3 y 4. Por otro lado dentro del grupo de mayores resistencias (combinaciones 5, 6,7 y 8), las que peores resistencias a compresión mostraron son las combinaciones 7 y 8. De lo observado anteriormente, se puede analizar que las combinaciones (3, 4,7 y 8) poseen resistencias más bajas en cada grupo, el aspecto particular de estas combinaciones es la presencia de la arena Chacoma que de alguna manera influyen en la reducción de resistencia.
- El análisis de Varianza (tabla 84) y la prueba de Duncan (tabla 86), muestran que al comparar las medias de los valores de resistencia a compresión se verifica que el valor

analizado producto de cada combinación de agregado, presenta un rango de resistencias a compresión de 18.27 [Mpa] a 35.77 [Mpa], donde se indica de modo general que entre valores adyacentes no existe diferencia significativa, sin embargo los valores que no son adyacentes presentan diferencias significativas, por lo cual la variable combinación de agregado, con diferente tamaño máximo (TMN), genera una mezcla de hormigón que influye en la variación de la resistencia a compresión.

Figura 24 Resumen Compresión C=300 [Kg]



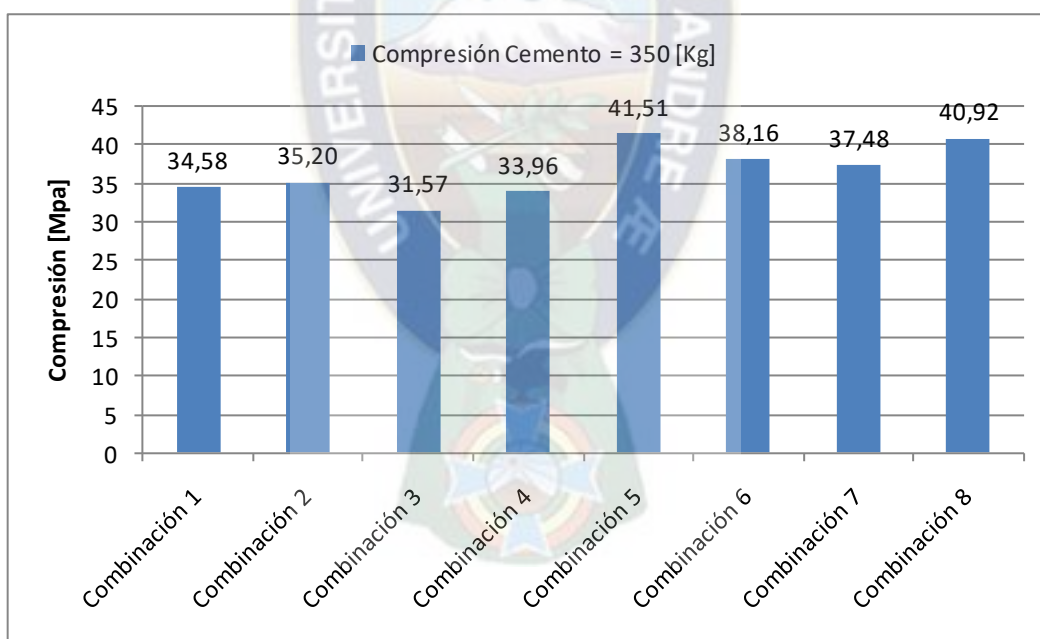
Fuente: Elaboración Propia

- Como se puede observar en el gráfico anterior, para una cantidad de cemento de 300 [Kg/m³] la resistencia a Compresión máxima fue obtenida por la combinación 5 y en contraposición la resistencia a compresión mínima fue obtenida por la combinación de agregados 3.
- Obsérvese también que las combinaciones 5,6,7 y 8 (grupo de mayores resistencias) se caracterizan por la presencia de la grava Vilaque que define el TMN en ¾", condición que a logrado obtener mejores resistencias a Compresión en comparación con las combinaciones 1,2,3 y 4 (grupo de menores resistencias),con granulometría de TMN de N°4 y 3/8".
- Dentro del grupo de menores resistencias (combinaciones 1,2,3 y 4), las que peores resistencias a compresión mostraron son las combinaciones 3 y 4 . Por otro lado, dentro del grupo de mayores resistencias (combinaciones 5, 6,7 y 8), las que mostraron

resistencias reducidas a compresión son las combinaciones 6 y 7. De lo observado anteriormente, se puede deducir que las combinaciones (3,4 y 7) tienen la particularidad de llevar en su composición la arena Chacoma, que hasta ahora va demostrando que las combinaciones que tienen este agregado desarrollaron bajas resistencias.

- El análisis de Varianza (tabla 84) y la prueba de Duncan (tabla 87), muestran que al comparar las medias de los valores de resistencia a compresión se verifica que el valor analizado producto de cada combinación de agregado, presenta un rango de resistencias a compresión de 23.73 [Mpa] a 35.98 [Mpa], donde se advierte de modo general que entre valores adyacentes y próximos no existe diferencia significativa, al mismo tiempo se ve que hay diferencia significativa entre valores máximos y mínimos del rango de resistencias, por tanto la variable combinación de agregado, con diferente tamaño máximo (TMN), representa en la mezcla de hormigón la variación de la resistencia a compresión.

Figura 25 Resumen Compresión C=350 [Kg]

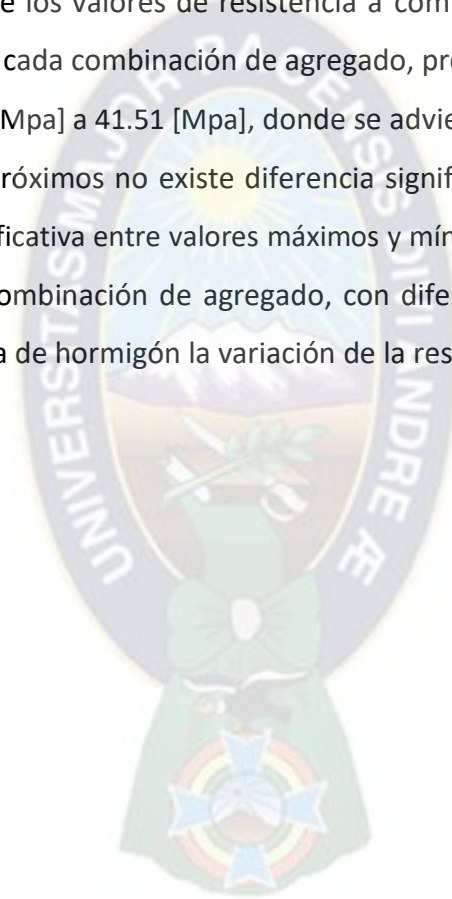


Fuente: Elaboración Propia

- Como se puede observar en el gráfico anterior, para 350 [Kg/m³] de cemento la resistencia a compresión máxima fue obtenida por la combinación 5 y por el contrario la resistencia a compresión mínima fue obtenida con la combinación de agregados 3.
- Según el gráfico 11, las combinaciones de agregado 5, 6, 7 y 8 de TMN 3/4" se caracterizan por haber desarrollado los mejores resultados a compresión, en cambio las

combinaciones 1, 2, 3 y 4 de TMN 3/8" y tamiz N^o4, presentan valores menores de resistencia a compresión.

- Ahora bien, en un análisis general de ambos grupos se puede observar que las combinaciones (3,4, y 7) presentan resistencias reducidas en el grupo respectivo. Se percibe también que incorporar arena Chacoma en estas combinaciones reduce las resistencias.
- El análisis de Varianza (tabla 84) y la prueba de Duncan (tabla 87), muestran que al comparar las medias de los valores de resistencia a compresión se verifica que el valor analizado producto de cada combinación de agregado, presenta un rango de resistencias a compresión de 31.57 [Mpa] a 41.51 [Mpa], donde se advierte de modo general que entre valores adyacentes y próximos no existe diferencia significativa, al mismo tiempo se ve que hay diferencia significativa entre valores máximos y mínimos del rango de resistencias, por tanto la variable combinación de agregado, con diferente tamaño máximo (TMN) , representa en la mezcla de hormigón la variación de la resistencia a compresión.



4.7 Análisis de Datos para Desgaste (Combinaciones 1,2,3,4,5,6,7 y 8)

4.7.1 Resultados de los Ensayos de la Resistencia a Desgaste

Tabla 89 Resistencia a Desgaste Combinación 1

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 | Altura 2 | Altura 3 | Altura 4 | Promedio Altura | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] |
|---------------------------------------|--|----------|----------|----------|----------|--------------------|-----------------------|--------------------------------|
| | | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | | |
| Combinación 1 C=250 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.35 | 33.25 | 34.40 | 36.15 | 34.79 | 1.09 | 0.80 |
| | Alt. despues de ensayo | 34.20 | 32.75 | 33.80 | 34.05 | 33.70 | | |
| Combinación 1 C=250 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 38.05 | 37.40 | 36.55 | 37.35 | 37.34 | 0.42 | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.30 | 37.05 | 36.20 | 37.10 | 36.91 | | |
| Combinación 1 C=250 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 36.00 | 35.05 | 34.40 | 35.55 | 35.25 | 0.90 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.30 | 35.05 | 34.30 | 33.75 | 34.35 | | |
| Combinación 1 C=250 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 31.50 | 32.75 | 33.60 | 32.20 | 32.51 | 0.78 | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.30 | 32.65 | 33.50 | 30.50 | 31.74 | | |
| Combinación 1 C=250 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.35 | 35.80 | 36.00 | 36.45 | 35.90 | 0.48 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.20 | 35.70 | 36.00 | 34.80 | 35.43 | | |
| Combinación 1 C=250 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.05 | 35.10 | 36.40 | 37.80 | 36.59 | 0.95 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.15 | 34.70 | 36.25 | 36.45 | 35.64 | | |
| Combinación 1 C=250 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.80 | 38.15 | 37.50 | 35.65 | 37.03 | 0.89 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.30 | 36.45 | 37.15 | 35.65 | 36.14 | | |
| Combinación 1 C=250 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 36.55 | 34.15 | 33.35 | 35.60 | 34.91 | 0.65 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.25 | 34.10 | 33.30 | 34.40 | 34.26 | | |
| Combinación 1 C=250 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.10 | 36.15 | 36.80 | 37.20 | 36.81 | 0.88 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.10 | 34.90 | 36.15 | 36.60 | 35.94 | | |
| Combinación 1 C=300 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.15 | 35.40 | 36.10 | 35.80 | 35.61 | 0.52 | 0.49 |
| | Alt. despues de ensayo | 34.60 | 34.25 | 35.70 | 35.80 | 35.09 | | |
| Combinación 1 C=300 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 36.10 | 36.10 | 36.05 | 35.05 | 35.83 | 0.46 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.75 | 36.00 | 35.45 | 34.25 | 35.36 | | |
| Combinación 1 C=300 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.10 | 35.80 | 34.65 | 36.50 | 36.01 | 0.49 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.65 | 35.00 | 34.35 | 36.10 | 35.53 | | |
| Combinación 1 C=300 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 37.15 | 37.15 | 37.00 | 36.75 | 37.01 | 0.44 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.75 | 36.75 | 36.40 | 36.40 | 36.58 | | |
| Combinación 1 C=300 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 34.15 | 34.00 | 36.55 | 35.43 | 0.45 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.25 | 33.90 | 33.60 | 36.15 | 34.98 | | |
| Combinación 1 C=300 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 34.70 | 35.05 | 34.45 | 34.00 | 34.55 | 0.47 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.65 | 34.60 | 34.15 | 33.90 | 34.08 | | |
| Combinación 1 C=300 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 38.30 | 39.00 | 39.15 | 38.50 | 38.74 | 0.52 | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.30 | 38.05 | 38.20 | 38.30 | 38.21 | | |
| Combinación 1 C=300 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.75 | 37.60 | 36.15 | 34.25 | 35.94 | 0.80 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 35.20 | 35.60 | 34.20 | 35.14 | | |
| Combinación 1 C=300 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 35.25 | 36.15 | 36.20 | 35.25 | 35.71 | 0.35 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.75 | 35.60 | 36.05 | 35.05 | 35.36 | | |
| Combinación 1 C=350 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.35 | 36.15 | 35.15 | 36.10 | 35.94 | 0.67 | 0.50 |
| | Alt. despues de ensayo | 36.35 | 36.15 | 34.35 | 34.20 | 35.26 | | |
| Combinación 1 C=350 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.40 | 37.45 | 37.05 | 35.00 | 36.23 | 0.42 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.70 | 37.00 | 36.80 | 34.70 | 35.80 | | |
| Combinación 1 C=350 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 32.70 | 34.40 | 34.35 | 32.15 | 33.40 | 0.40 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.00 | 34.00 | 34.00 | 32.00 | 33.00 | | |
| Combinación 1 C=350 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.85 | 33.60 | 34.30 | 36.40 | 35.04 | 0.46 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.80 | 33.00 | 34.20 | 35.30 | 34.58 | | |
| Combinación 1 C=350 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 34.35 | 34.80 | 35.70 | 35.45 | 35.08 | 0.43 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.00 | 34.30 | 35.30 | 35.00 | 34.65 | | |
| Combinación 1 C=350 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.70 | 36.35 | 36.45 | 38.30 | 37.20 | 0.64 | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.50 | 35.50 | 35.35 | 37.90 | 36.56 | | |
| Combinación 1 C=350 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 34.50 | 36.00 | 35.55 | 34.00 | 35.01 | 0.45 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.30 | 35.20 | 34.90 | 33.85 | 34.56 | | |
| Combinación 1 C=350 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 34.60 | 34.40 | 33.25 | 33.65 | 33.98 | 0.44 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.25 | 34.00 | 32.80 | 33.10 | 33.54 | | |
| Combinación 1 C=350 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 34.45 | 36.10 | 35.05 | 33.10 | 34.68 | 0.34 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.00 | 35.75 | 34.60 | 33.00 | 34.34 | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 90 Resistencia a Desgaste Combinación 2

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 | Altura 2 | Altura 3 | Altura 4 | Promedio Altura | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] | |
|---------------------------------------|--|----------|----------|----------|----------|--------------------|-----------------------|--------------------------------|------|
| | | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | | | |
| Combinación 2 C=250 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.00 | 36.55 | 37.35 | 36.05 | 36.24 | 0.50 | 0.79 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.00 | 36.50 | 36.05 | 35.40 | 35.74 | | | |
| Combinación 2 C=250 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 40.05 | 39.65 | 38.50 | 39.05 | 39.31 | 0.79 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.05 | 38.85 | 38.45 | 37.75 | 38.53 | | | |
| Combinación 2 C=250 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 38.55 | 40.10 | 39.55 | 38.65 | 39.21 | 1.09 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.20 | 38.90 | 37.50 | 37.90 | 38.13 | | | |
| Combinación 2 C=250 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.10 | 36.65 | 35.00 | 34.35 | 35.53 | 0.63 | | 0.80 |
| | Alt. despues de ensayo | 35.05 | 35.90 | 34.90 | 33.75 | 34.90 | | | |
| Combinación 2 C=250 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 34.55 | 32.30 | 33.55 | 35.20 | 33.90 | 1.01 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.40 | 31.40 | 32.10 | 34.65 | 32.89 | | | |
| Combinación 2 C=250 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 34.25 | 34.00 | 35.00 | 35.00 | 34.56 | 0.76 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.40 | 33.00 | 34.80 | 35.00 | 33.80 | | | |
| Combinación 2 C=250 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 38.00 | 35.00 | 35.25 | 37.40 | 36.41 | 0.73 | 0.57 | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.60 | 34.30 | 33.75 | 37.10 | 35.69 | | | |
| Combinación 2 C=250 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 36.00 | 36.50 | 35.20 | 34.60 | 35.58 | 0.65 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.80 | 35.30 | 35.05 | 34.55 | 34.93 | | | |
| Combinación 2 C=250 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 35.35 | 35.55 | 35.50 | 35.30 | 35.43 | 0.34 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.55 | 35.40 | 35.40 | 35.00 | 35.09 | | | |
| Combinación 2 C=300 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 38.80 | 38.55 | 38.20 | 38.60 | 38.54 | 0.77 | | 0.70 |
| | Alt. despues de ensayo | 37.00 | 38.20 | 38.20 | 37.65 | 37.76 | | | |
| Combinación 2 C=300 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 38.95 | 40.65 | 41.60 | 39.70 | 40.23 | 0.46 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.45 | 40.00 | 41.40 | 39.20 | 39.76 | | | |
| Combinación 2 C=300 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 35.15 | 36.05 | 36.45 | 35.80 | 35.86 | 0.87 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.85 | 34.45 | 35.05 | 35.60 | 34.99 | | | |
| Combinación 2 C=300 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.10 | 37.20 | 35.50 | 37.05 | 36.46 | 0.76 | 0.65 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.10 | 35.50 | 35.50 | 35.70 | 35.70 | | | |
| Combinación 2 C=300 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 38.85 | 39.00 | 39.60 | 39.90 | 39.34 | 0.54 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.30 | 38.20 | 39.30 | 39.40 | 38.80 | | | |
| Combinación 2 C=300 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 36.00 | 37.65 | 37.65 | 36.00 | 36.83 | 0.66 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 37.20 | 37.00 | 34.90 | 36.16 | | | |
| Combinación 2 C=300 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 37.55 | 37.55 | 37.00 | 36.35 | 37.11 | 0.41 | | 0.64 |
| | Alt. despues de ensayo | 37.30 | 37.15 | 36.20 | 36.15 | 36.70 | | | |
| Combinación 2 C=300 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.40 | 36.10 | 37.45 | 38.00 | 36.74 | 0.50 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.30 | 35.15 | 37.10 | 37.40 | 36.24 | | | |
| Combinación 2 C=300 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 36.30 | 35.75 | 37.10 | 37.50 | 36.66 | 1.01 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 35.55 | 35.10 | 36.40 | 35.65 | | | |
| Combinación 2 C=350 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 39.55 | 42.20 | 42.80 | 40.35 | 41.23 | 0.64 | 0.67 | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.50 | 41.55 | 41.10 | 40.20 | 40.59 | | | |
| Combinación 2 C=350 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 36.05 | 36.55 | 38.30 | 36.80 | 36.93 | 0.70 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 36.35 | 37.20 | 35.80 | 36.23 | | | |
| Combinación 2 C=350 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 39.60 | 36.85 | 37.70 | 39.50 | 38.41 | 0.67 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.00 | 36.20 | 36.60 | 39.15 | 37.74 | | | |
| Combinación 2 C=350 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 38.65 | 38.90 | 38.60 | 38.20 | 38.59 | 0.31 | | 0.41 |
| | Alt. despues de ensayo | 38.35 | 38.50 | 38.10 | 38.15 | 38.28 | | | |
| Combinación 2 C=350 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 36.10 | 37.05 | 39.65 | 39.00 | 37.95 | 0.36 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.10 | 36.75 | 39.50 | 38.00 | 37.59 | | | |
| Combinación 2 C=350 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 36.50 | 35.15 | 36.05 | 36.18 | 0.56 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.80 | 36.20 | 35.15 | 35.30 | 35.61 | | | |
| Combinación 2 C=350 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 39.40 | 39.90 | 41.80 | 41.20 | 40.58 | 0.55 | 0.52 | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.00 | 39.90 | 41.25 | 39.95 | 40.03 | | | |
| Combinación 2 C=350 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 40.40 | 39.55 | 41.40 | 41.65 | 40.75 | 0.45 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.40 | 39.20 | 40.15 | 41.45 | 40.30 | | | |
| Combinación 2 C=350 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.75 | 37.30 | 38.05 | 38.50 | 37.90 | 0.55 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.60 | 36.15 | 37.65 | 38.00 | 37.35 | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 91 Resistencia a Desgaste Combinación3

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura 3 [mm] | Altura 4 [mm] | Promedio Altura [mm] | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] |
|---------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Combinación 3 C=250 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 32.05 | 32.10 | 32.20 | 32.15 | 32.13 | 2.10 | 1.65 |
| | Alt. despues de ensayo | 27.35 | 28.75 | 32.00 | 32.00 | 30.03 | | |
| Combinación 3 C=250 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.70 | 34.30 | 34.40 | 34.25 | 34.16 | 1.23 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.40 | 34.15 | 33.80 | 31.40 | 32.94 | | |
| Combinación 3 C=250 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 31.20 | 30.15 | 30.40 | 31.70 | 30.86 | 1.63 | |
| | Alt. despues de ensayo | 28.15 | 30.00 | 30.40 | 28.40 | 29.24 | | |
| Combinación 3 C=250 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 31.60 | 32.50 | 32.45 | 32.15 | 32.18 | 1.40 | |
| | Alt. despues de ensayo | 29.30 | 32.05 | 31.75 | 30.00 | 30.78 | | |
| Combinación 3 C=250 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.60 | 33.50 | 34.25 | 34.40 | 33.94 | 1.10 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.55 | 33.35 | 31.80 | 32.65 | 32.84 | | |
| Combinación 3 C=250 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 37.40 | 35.65 | 36.05 | 36.53 | 1.80 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.05 | 36.65 | 35.65 | 33.55 | 34.73 | | |
| Combinación 3 C=250 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 33.80 | 33.20 | 34.70 | 35.20 | 34.23 | 1.90 | |
| | Alt. despues de ensayo | 29.05 | 32.40 | 34.35 | 33.50 | 32.33 | | |
| Combinación 3 C=250 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 32.30 | 32.05 | 29.45 | 32.15 | 31.49 | 2.00 | |
| | Alt. despues de ensayo | 28.10 | 31.65 | 29.45 | 28.75 | 29.49 | | |
| Combinación 3 C=250 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 36.70 | 36.00 | 35.40 | 37.30 | 36.35 | 0.79 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.75 | 36.00 | 35.30 | 35.20 | 35.56 | | |
| Combinación 3 C=300 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 32.80 | 33.55 | 33.60 | 33.30 | 33.31 | 0.71 | 0.92 |
| | Alt. despues de ensayo | 32.10 | 33.00 | 33.00 | 32.30 | 32.60 | | |
| Combinación 3 C=300 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 34.00 | 34.60 | 34.25 | 33.70 | 34.14 | 1.16 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.00 | 34.45 | 31.70 | 31.75 | 32.98 | | |
| Combinación 3 C=300 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 32.20 | 32.75 | 33.30 | 33.00 | 32.81 | 0.89 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.00 | 31.70 | 32.00 | 32.00 | 31.93 | | |
| Combinación 3 C=300 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 32.80 | 32.60 | 33.15 | 33.10 | 32.91 | 1.06 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.55 | 32.55 | 31.05 | 31.25 | 31.85 | | |
| Combinación 3 C=300 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.65 | 34.15 | 34.60 | 34.55 | 34.24 | 1.85 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.20 | 33.60 | 32.00 | 30.75 | 32.39 | | |
| Combinación 3 C=300 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 33.60 | 33.55 | 32.80 | 32.55 | 33.13 | 1.48 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.45 | 33.55 | 30.10 | 29.50 | 31.65 | | |
| Combinación 3 C=300 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 34.75 | 34.45 | 35.00 | 35.30 | 34.88 | 1.93 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.40 | 34.40 | 31.35 | 31.65 | 32.95 | | |
| Combinación 3 C=300 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.00 | 32.65 | 34.05 | 34.30 | 33.50 | 1.39 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.75 | 30.35 | 31.20 | 34.15 | 32.11 | | |
| Combinación 3 C=300 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.40 | 37.05 | 36.30 | 37.20 | 36.99 | 1.44 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.10 | 36.65 | 36.10 | 34.35 | 35.55 | | |
| Combinación 3 C=350 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 34.20 | 35.40 | 37.00 | 36.15 | 35.69 | 1.51 | 1.08 |
| | Alt. despues de ensayo | 34.00 | 34.85 | 33.70 | 34.15 | 34.18 | | |
| Combinación 3 C=350 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 34.40 | 34.45 | 35.80 | 36.50 | 35.29 | 1.15 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.30 | 33.40 | 33.30 | 35.55 | 34.14 | | |
| Combinación 3 C=350 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 31.25 | 31.15 | 32.20 | 32.35 | 31.74 | 0.56 | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.40 | 30.90 | 32.20 | 31.20 | 31.18 | | |
| Combinación 3 C=350 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 33.15 | 32.50 | 32.15 | 32.70 | 32.63 | 0.42 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.05 | 32.25 | 31.10 | 32.40 | 32.20 | | |
| Combinación 3 C=350 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 32.70 | 31.20 | 32.15 | 33.55 | 32.40 | 1.40 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.30 | 31.05 | 30.35 | 30.30 | 31.00 | | |
| Combinación 3 C=350 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 33.40 | 33.85 | 36.30 | 36.05 | 34.90 | 1.91 | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.20 | 30.40 | 36.00 | 35.35 | 32.99 | | |
| Combinación 3 C=350 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.20 | 35.50 | 36.60 | 36.50 | 35.95 | 0.26 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.05 | 35.40 | 36.30 | 36.00 | 35.69 | | |
| Combinación 3 C=350 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 31.00 | 31.65 | 31.15 | 30.40 | 31.05 | 1.00 | |
| | Alt. despues de ensayo | 28.35 | 31.05 | 31.10 | 29.70 | 30.05 | | |
| Combinación 3 C=350 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 34.45 | 34.50 | 34.25 | 34.30 | 34.38 | 0.55 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.10 | 34.50 | 34.25 | 33.45 | 33.83 | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 92 Resistencia a Desgaste Combinación 4

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 | Altura 2 | Altura 3 | Altura 4 | Promedio Altura | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] | |
|---------------------------------------|--|----------|----------|----------|----------|--------------------|-----------------------|--------------------------------|------|
| | | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | | | |
| Combinación 4 C=250 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 33.05 | 34.00 | 35.00 | 34.65 | 34.18 | 1.33 | 1.28 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.05 | 33.65 | 32.20 | 32.50 | 32.85 | | | |
| Combinación 4 C=250 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.60 | 36.00 | 34.10 | 33.55 | 34.81 | 1.34 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.30 | 34.40 | 32.65 | 32.55 | 33.48 | | | |
| Combinación 4 C=250 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 33.65 | 33.15 | 36.05 | 36.20 | 34.76 | 1.19 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.50 | 31.00 | 35.65 | 36.15 | 33.58 | | | |
| Combinación 4 C=250 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.40 | 37.30 | 37.15 | 36.20 | 36.76 | 0.74 | | 1.18 |
| | Alt. despues de ensayo | 35.90 | 36.70 | 36.35 | 35.15 | 36.03 | | | |
| Combinación 4 C=250 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 34.70 | 32.80 | 34.15 | 36.15 | 34.45 | 1.08 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.15 | 32.75 | 33.55 | 33.05 | 33.38 | | | |
| Combinación 4 C=250 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 34.90 | 34.30 | 33.50 | 34.55 | 34.31 | 1.73 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.65 | 33.60 | 33.60 | 32.50 | 32.59 | | | |
| Combinación 4 C=250 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 34.15 | 32.55 | 34.35 | 35.40 | 34.11 | 0.46 | 0.84 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.35 | 32.55 | 34.00 | 34.70 | 33.65 | | | |
| Combinación 4 C=250 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.55 | 35.00 | 36.20 | 35.00 | 34.94 | 0.90 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.50 | 34.55 | 34.35 | 33.75 | 34.04 | | | |
| Combinación 4 C=250 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 37.05 | 35.20 | 34.85 | 36.03 | 1.15 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 36.50 | 34.45 | 33.00 | 34.88 | | | |
| Combinación 4 C=300 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.20 | 36.65 | 33.65 | 33.40 | 34.98 | 1.18 | | 0.92 |
| | Alt. despues de ensayo | 35.70 | 34.15 | 32.75 | 32.60 | 33.80 | | | |
| Combinación 4 C=300 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.25 | 35.50 | 34.55 | 32.40 | 33.93 | 0.89 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.05 | 33.75 | 33.05 | 32.30 | 33.04 | | | |
| Combinación 4 C=300 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 37.10 | 35.25 | 35.60 | 36.24 | 0.70 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.40 | 36.55 | 34.40 | 34.80 | 35.54 | | | |
| Combinación 4 C=300 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 34.70 | 35.65 | 35.45 | 34.60 | 35.10 | 1.86 | 1.49 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.65 | 35.65 | 32.10 | 30.55 | 33.24 | | | |
| Combinación 4 C=300 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.55 | 36.15 | 36.20 | 35.05 | 35.74 | 0.67 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.15 | 35.15 | 36.15 | 34.80 | 35.06 | | | |
| Combinación 4 C=300 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 32.25 | 32.70 | 34.55 | 34.25 | 33.44 | 1.93 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 28.75 | 32.40 | 34.55 | 30.35 | 31.51 | | | |
| Combinación 4 C=300 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 33.40 | 31.70 | 30.80 | 32.90 | 32.20 | 1.08 | | 0.87 |
| | Alt. despues de ensayo | 31.20 | 31.25 | 31.00 | 31.05 | 31.13 | | | |
| Combinación 4 C=300 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.00 | 32.15 | 32.15 | 33.15 | 32.61 | 0.48 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.90 | 32.10 | 31.50 | 32.05 | 32.14 | | | |
| Combinación 4 C=300 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.10 | 36.00 | 37.65 | 38.55 | 37.33 | 1.05 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.70 | 35.55 | 35.20 | 37.65 | 36.28 | | | |
| Combinación 4 C=350 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 33.20 | 31.50 | 32.05 | 33.30 | 32.51 | 0.53 | 0.70 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.30 | 31.35 | 31.70 | 32.60 | 31.99 | | | |
| Combinación 4 C=350 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 32.70 | 31.30 | 30.70 | 32.40 | 31.78 | 0.99 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.70 | 31.10 | 28.70 | 30.65 | 30.79 | | | |
| Combinación 4 C=350 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 31.55 | 32.45 | 32.20 | 32.45 | 32.16 | 0.59 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.20 | 32.05 | 32.05 | 31.00 | 31.58 | | | |
| Combinación 4 C=350 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 34.60 | 34.60 | 33.80 | 34.30 | 34.33 | 0.36 | | 0.49 |
| | Alt. despues de ensayo | 34.30 | 34.00 | 33.55 | 34.00 | 33.96 | | | |
| Combinación 4 C=350 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.75 | 34.10 | 36.20 | 37.60 | 35.91 | 0.75 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.00 | 33.60 | 34.55 | 37.50 | 35.16 | | | |
| Combinación 4 C=350 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 31.05 | 31.65 | 34.00 | 33.50 | 32.55 | 0.36 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.00 | 31.35 | 33.30 | 33.10 | 32.19 | | | |
| Combinación 4 C=350 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 32.10 | 32.60 | 33.80 | 33.30 | 32.95 | 0.48 | 0.42 | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.60 | 32.15 | 33.00 | 33.15 | 32.48 | | | |
| Combinación 4 C=350 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.75 | 36.60 | 36.15 | 35.20 | 35.93 | 0.41 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.20 | 36.10 | 35.60 | 35.15 | 35.51 | | | |
| Combinación 4 C=350 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 33.15 | 32.65 | 32.75 | 32.70 | 32.81 | 0.36 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.90 | 32.40 | 32.20 | 32.30 | 32.45 | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 93 Resistencia a Desgaste Combinación 5

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura 3 [mm] | Altura 4 [mm] | Promedio Altura [mm] | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] | |
|---------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|------|
| Combinación 5 C=250 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 37.50 | 36.60 | 37.00 | 38.05 | 37.29 | 0.49 | 0.54 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.00 | 36.50 | 37.00 | 37.70 | 36.80 | | | |
| Combinación 5 C=250 (A) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 34.55 | 35.10 | 34.30 | 33.40 | 34.34 | 0.66 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.55 | 33.25 | 33.50 | 33.40 | 33.68 | | | |
| Combinación 5 C=250 (A) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 34.40 | 34.05 | 34.90 | 35.05 | 34.60 | 0.47 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.35 | 33.40 | 34.00 | 34.75 | 34.13 | | | |
| Combinación 5 C=250 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 26.10 | 27.60 | 28.55 | 27.00 | 27.31 | 0.60 | | 0.45 |
| | Alt. despues de ensayo | 25.70 | 27.00 | 27.60 | 26.55 | 26.71 | | | |
| Combinación 5 C=250 (B) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 35.70 | 36.15 | 34.25 | 35.05 | 35.29 | 0.50 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.50 | 35.55 | 34.00 | 34.10 | 34.79 | | | |
| Combinación 5 C=250 (B) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 36.25 | 37.35 | 37.00 | 36.80 | 36.85 | 0.26 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.00 | 36.80 | 37.00 | 36.55 | 36.59 | | | |
| Combinación 5 C=250 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 27.30 | 27.70 | 28.85 | 28.45 | 28.08 | 0.41 | 0.41 | |
| | Alt. despues de ensayo | 27.00 | 27.50 | 28.40 | 27.75 | 27.66 | | | |
| Combinación 5 C=250 (C) -7 | Alt. Inicio de ensayo | 35.80 | 34.85 | 35.45 | 35.80 | 35.48 | 0.35 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 34.70 | 35.05 | 35.20 | 35.13 | | | |
| Combinación 5 C=250 (C) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 38.00 | 37.15 | 35.45 | 37.50 | 37.03 | 0.48 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.75 | 36.40 | 35.05 | 37.00 | 36.55 | | | |
| Combinación 5 C=300 (A) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 36.45 | 36.05 | 35.85 | 36.65 | 36.25 | 0.34 | 0.34 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.05 | 35.90 | 35.80 | 35.90 | 35.91 | | | |
| Combinación 5 C=300 (A) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 28.20 | 30.10 | 31.90 | 30.15 | 30.09 | 0.40 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 27.80 | 29.55 | 31.65 | 29.75 | 29.69 | | | |
| Combinación 5 C=300 (A) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 32.10 | 31.25 | 30.85 | 32.05 | 31.56 | 0.29 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.10 | 30.65 | 30.35 | 32.00 | 31.28 | | | |
| Combinación 5 C=300 (B) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 32.75 | 31.80 | 31.15 | 32.90 | 32.15 | 0.50 | 0.43 | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.80 | 31.65 | 31.00 | 32.15 | 31.65 | | | |
| Combinación 5 C=300 (B) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 32.70 | 31.70 | 30.70 | 32.30 | 31.85 | 0.35 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.50 | 31.20 | 30.40 | 31.90 | 31.50 | | | |
| Combinación 5 C=300 (B) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 36.40 | 36.55 | 34.80 | 34.45 | 35.55 | 0.44 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.05 | 36.25 | 34.00 | 34.15 | 35.11 | | | |
| Combinación 5 C=300 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 33.65 | 35.10 | 35.00 | 34.30 | 34.51 | 0.29 | 0.49 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.65 | 35.05 | 34.40 | 33.80 | 34.23 | | | |
| Combinación 5 C=300 (C) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 32.10 | 31.70 | 30.70 | 31.10 | 31.40 | 0.44 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.80 | 31.40 | 30.20 | 30.45 | 30.96 | | | |
| Combinación 5 C=300 (C) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 36.15 | 35.25 | 34.40 | 36.10 | 35.48 | 0.75 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.15 | 34.00 | 33.05 | 35.70 | 34.73 | | | |
| Combinación 5 C=350 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 30.10 | 32.00 | 32.65 | 31.50 | 31.56 | 0.36 | 0.44 | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.00 | 31.20 | 32.55 | 31.05 | 31.20 | | | |
| Combinación 5 C=350 (A) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 30.45 | 31.35 | 30.00 | 29.00 | 30.20 | 0.46 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 29.70 | 31.30 | 29.65 | 28.30 | 29.74 | | | |
| Combinación 5 C=350 (A) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 29.40 | 30.15 | 32.00 | 31.05 | 30.65 | 0.49 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 28.50 | 29.70 | 31.75 | 30.70 | 30.16 | | | |
| Combinación 5 C=350 (B) -7 | Alt. Inicio de ensayo | 37.10 | 37.25 | 34.50 | 34.70 | 35.89 | 0.49 | | 0.40 |
| | Alt. despues de ensayo | 37.00 | 36.50 | 33.90 | 34.20 | 35.40 | | | |
| Combinación 5 C=350 (B) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 30.65 | 31.20 | 31.25 | 31.20 | 31.08 | 0.21 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.65 | 31.10 | 30.80 | 30.90 | 30.86 | | | |
| Combinación 5 C=350 (B) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 29.85 | 30.50 | 29.90 | 29.65 | 29.98 | 0.50 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 29.20 | 30.25 | 29.65 | 28.80 | 29.48 | | | |
| Combinación 5 C=350 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.40 | 36.55 | 34.80 | 34.45 | 35.55 | 0.44 | 0.34 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.05 | 36.25 | 34.00 | 34.15 | 35.11 | | | |
| Combinación 5 C=350 (C) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 30.30 | 31.20 | 29.10 | 28.25 | 29.71 | 0.35 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.00 | 31.05 | 28.65 | 27.75 | 29.36 | | | |
| Combinación 5 C=350 (C) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 31.50 | 29.55 | 29.15 | 31.35 | 30.39 | 0.22 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.25 | 28.95 | 29.10 | 31.35 | 30.16 | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 94 Resistencia a Desgaste Combinación 6

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura 3 [mm] | Altura 4 [mm] | Promedio Altura [mm] | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] | |
|---------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|------|
| Combinación 6 C=250 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.25 | 32.30 | 33.50 | 33.65 | 33.18 | 0.61 | 0.42 | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.30 | 32.25 | 33.50 | 33.20 | 32.56 | | | |
| Combinación 6 C=250 (A) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 36.55 | 36.65 | 36.35 | 36.45 | 36.50 | 0.44 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.40 | 35.50 | 35.90 | 36.45 | 36.06 | | | |
| Combinación 6 C=250 (A) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 40.45 | 41.55 | 40.50 | 39.45 | 40.49 | 0.22 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.25 | 41.00 | 40.40 | 39.40 | 40.26 | | | |
| Combinación 6 C=250 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.65 | 35.85 | 37.70 | 37.75 | 36.74 | 0.40 | | 0.51 |
| | Alt. despues de ensayo | 34.90 | 35.30 | 37.70 | 37.45 | 36.34 | | | |
| Combinación 6 C=250 (B) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 40.80 | 41.80 | 40.50 | 39.40 | 40.63 | 0.55 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.15 | 40.55 | 40.35 | 39.25 | 40.08 | | | |
| Combinación 6 C=250 (B) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 39.80 | 40.50 | 40.70 | 39.90 | 40.23 | 0.58 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.00 | 39.45 | 40.50 | 39.65 | 39.65 | | | |
| Combinación 6 C=250 (C) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 37.80 | 41.05 | 41.15 | 38.15 | 39.54 | 0.61 | 0.48 | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.50 | 40.35 | 39.80 | 38.05 | 38.93 | | | |
| Combinación 6 C=250 (C) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 41.05 | 41.80 | 41.90 | 41.05 | 41.45 | 0.60 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.85 | 40.45 | 41.05 | 41.05 | 40.85 | | | |
| Combinación 6 C=250 (C) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 40.65 | 40.50 | 41.00 | 41.20 | 40.84 | 0.21 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.40 | 40.50 | 40.70 | 40.90 | 40.63 | | | |
| Combinación 6 C=300 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 42.90 | 41.45 | 42.60 | 43.65 | 42.65 | 0.41 | 0.35 | |
| | Alt. despues de ensayo | 42.40 | 41.30 | 41.90 | 43.35 | 42.24 | | | |
| Combinación 6 C=300 (A) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 39.90 | 40.10 | 40.60 | 39.95 | 40.14 | 0.26 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.15 | 39.85 | 40.60 | 39.90 | 39.88 | | | |
| Combinación 6 C=300 (A) -7 | Alt. Inicio de ensayo | 40.80 | 39.90 | 39.80 | 40.80 | 40.33 | 0.39 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.70 | 38.90 | 39.50 | 40.65 | 39.94 | | | |
| Combinación 6 C=300 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 41.25 | 41.80 | 42.10 | 40.90 | 41.51 | 0.83 | 0.43 | |
| | Alt. despues de ensayo | 41.10 | 41.80 | 41.00 | 38.85 | 40.69 | | | |
| Combinación 6 C=300 (B) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 40.10 | 40.45 | 39.90 | 39.60 | 40.01 | 0.17 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.05 | 40.25 | 39.85 | 39.20 | 39.84 | | | |
| Combinación 6 C=300 (B) -10 | Alt. Inicio de ensayo | 36.55 | 37.25 | 39.55 | 39.55 | 38.23 | 0.29 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.30 | 37.00 | 39.40 | 39.05 | 37.94 | | | |
| Combinación 6 C=300 (C) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 39.60 | 37.80 | 38.10 | 39.85 | 38.84 | 0.54 | 0.46 | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.60 | 37.00 | 38.00 | 39.60 | 38.30 | | | |
| Combinación 6 C=300 (C) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 39.40 | 38.10 | 38.30 | 39.65 | 38.86 | 0.51 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.00 | 37.80 | 38.10 | 39.50 | 38.35 | | | |
| Combinación 6 C=300 (C) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 39.20 | 39.40 | 38.55 | 38.65 | 38.95 | 0.34 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.55 | 39.30 | 38.50 | 38.10 | 38.61 | | | |
| Combinación 6 C=350 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 40.00 | 40.35 | 39.30 | 38.50 | 39.54 | 0.64 | 0.51 | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.85 | 39.05 | 38.40 | 38.30 | 38.90 | | | |
| Combinación 6 C=350 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 39.65 | 40.05 | 41.60 | 40.90 | 40.55 | 0.56 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.00 | 39.10 | 41.35 | 40.50 | 39.99 | | | |
| Combinación 6 C=350 (C) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 36.75 | 37.10 | 37.55 | 36.70 | 37.03 | 0.33 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.55 | 37.05 | 37.10 | 36.10 | 36.70 | | | |
| Combinación 6 C=350 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 40.10 | 39.50 | 38.15 | 39.25 | 39.25 | 0.38 | 0.33 | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.85 | 39.25 | 37.85 | 38.55 | 38.88 | | | |
| Combinación 6 C=350 (B) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 40.90 | 40.35 | 38.80 | 38.85 | 39.73 | 0.23 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.45 | 40.05 | 38.55 | 38.95 | 39.50 | | | |
| Combinación 6 C=350 (B) -11 | Alt. Inicio de ensayo | 39.15 | 39.15 | 38.50 | 38.35 | 38.79 | 0.38 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.05 | 38.80 | 37.75 | 38.05 | 38.41 | | | |
| Combinación 6 C=350 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 39.15 | 39.15 | 38.50 | 38.35 | 38.79 | 0.38 | 0.36 | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.05 | 38.80 | 37.75 | 38.05 | 38.41 | | | |
| Combinación 6 C=350 (A) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 39.95 | 40.50 | 40.30 | 39.55 | 40.08 | 0.15 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.95 | 40.20 | 40.05 | 39.50 | 39.93 | | | |
| Combinación 6 C=350 (A) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 34.75 | 35.65 | 36.10 | 35.10 | 35.40 | 0.55 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.75 | 35.55 | 35.80 | 34.30 | 34.85 | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 95 Resistencia a Desgaste Combinación 7

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 | Altura 2 | Altura 3 | Altura 4 | Promedio Altura | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] | |
|---------------------------------------|--|----------|----------|----------|----------|--------------------|-----------------------|--------------------------------|------|
| | | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | | | |
| Combinación 7 C=250 (X) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 32.20 | 31.35 | 32.85 | 33.15 | 32.39 | 0.38 | 0.41 | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.90 | 30.80 | 32.30 | 33.05 | 32.01 | | | |
| Combinación 7 C=250 (X) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 38.40 | 37.15 | 37.10 | 38.50 | 37.79 | 0.39 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.00 | 37.05 | 36.50 | 38.05 | 37.40 | | | |
| Combinación 7 C=250 (X) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 35.45 | 34.00 | 34.55 | 35.35 | 34.84 | 0.48 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.45 | 33.50 | 33.40 | 35.10 | 34.36 | | | |
| Combinación 7 C=250 (Y) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.85 | 32.40 | 31.10 | 32.50 | 32.46 | 0.33 | | 0.42 |
| | Alt. despues de ensayo | 33.15 | 32.20 | 31.10 | 32.10 | 32.14 | | | |
| Combinación 7 C=250 (Y) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 38.65 | 38.75 | 39.20 | 39.35 | 38.99 | 0.35 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.90 | 38.60 | 39.00 | 39.05 | 38.64 | | | |
| Combinación 7 C=250 (Y) -11 | Alt. Inicio de ensayo | 34.60 | 36.40 | 37.05 | 35.80 | 35.96 | 0.59 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.75 | 35.45 | 37.05 | 35.25 | 35.38 | | | |
| Combinación 7 C=250 (Z) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 32.60 | 33.20 | 33.65 | 33.70 | 33.29 | 0.43 | 0.60 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.60 | 32.65 | 32.90 | 33.30 | 32.86 | | | |
| Combinación 7 C=250 (Z) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 33.10 | 32.10 | 33.80 | 34.45 | 33.36 | 0.47 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.20 | 31.70 | 33.45 | 34.20 | 32.89 | | | |
| Combinación 7 C=250 (Z) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 33.15 | 31.25 | 30.65 | 32.30 | 31.84 | 0.90 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.50 | 30.70 | 28.50 | 32.05 | 30.94 | | | |
| Combinación 7 C=300 (X) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 31.20 | 31.40 | 31.65 | 31.80 | 31.51 | 0.50 | 0.37 | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.20 | 31.40 | 31.65 | 30.80 | 31.01 | | | |
| Combinación 7 C=300 (X) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 32.15 | 33.20 | 32.00 | 30.70 | 32.01 | 0.25 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.00 | 32.65 | 31.80 | 30.60 | 31.76 | | | |
| Combinación 7 C=300 (X) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 34.90 | 34.90 | 32.80 | 32.50 | 33.78 | 0.36 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.70 | 34.60 | 32.15 | 32.20 | 33.41 | | | |
| Combinación 7 C=300 (Y) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 38.65 | 38.50 | 36.90 | 37.10 | 37.79 | 0.55 | | 0.55 |
| | Alt. despues de ensayo | 38.00 | 38.25 | 36.65 | 36.05 | 37.24 | | | |
| Combinación 7 C=300 (Y) -7 | Alt. Inicio de ensayo | 32.75 | 33.50 | 33.00 | 32.80 | 33.01 | 0.80 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.60 | 32.65 | 31.95 | 32.65 | 32.21 | | | |
| Combinación 7 C=300 (Y) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 33.30 | 33.55 | 33.40 | 32.90 | 33.29 | 0.30 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.15 | 33.55 | 33.25 | 32.00 | 32.99 | | | |
| Combinación 7 C=300 (Z) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 36.15 | 34.10 | 35.20 | 36.65 | 35.53 | 0.48 | 0.39 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 33.30 | 34.85 | 36.50 | 35.05 | | | |
| Combinación 7 C=300 (Z) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 33.20 | 33.15 | 33.60 | 34.25 | 33.55 | 0.26 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.75 | 32.75 | 33.55 | 34.10 | 33.29 | | | |
| Combinación 7 C=300 (Z) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 35.50 | 34.40 | 35.15 | 36.00 | 35.26 | 0.43 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.30 | 34.35 | 35.10 | 34.60 | 34.84 | | | |
| Combinación 7 C=350 (X) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 32.50 | 34.55 | 33.25 | 31.40 | 32.93 | 0.41 | 0.38 | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.90 | 33.85 | 33.00 | 31.30 | 32.51 | | | |
| Combinación 7 C=350 (X) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 39.65 | 40.10 | 39.70 | 39.50 | 39.74 | 0.31 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.65 | 39.80 | 39.05 | 39.20 | 39.43 | | | |
| Combinación 7 C=350 (X) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 39.95 | 41.05 | 39.65 | 39.05 | 39.93 | 0.41 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.25 | 40.20 | 39.60 | 39.00 | 39.51 | | | |
| Combinación 7 C=350 (Y) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 39.70 | 39.75 | 36.75 | 38.30 | 0.41 | | 0.47 |
| | Alt. despues de ensayo | 36.30 | 39.20 | 39.50 | 36.55 | 37.89 | | | |
| Combinación 7 C=350 (Y) -10 | Alt. Inicio de ensayo | 37.55 | 38.75 | 38.35 | 36.50 | 37.79 | 0.77 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.75 | 37.15 | 37.75 | 36.40 | 37.01 | | | |
| Combinación 7 C=350 (Y) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 38.60 | 39.80 | 40.30 | 39.00 | 39.43 | 0.23 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.45 | 39.40 | 40.10 | 38.85 | 39.20 | | | |
| Combinación 7 C=350 (Z) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 36.70 | 36.20 | 35.70 | 35.85 | 36.11 | 0.39 | 0.42 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.80 | 36.15 | 35.55 | 35.40 | 35.73 | | | |
| Combinación 7 C=350 (Z) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 33.65 | 34.00 | 34.30 | 33.20 | 33.79 | 0.29 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.35 | 33.40 | 34.10 | 33.15 | 33.50 | | | |
| Combinación 7 C=350 (Z) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 38.25 | 37.15 | 35.50 | 36.98 | 0.58 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.65 | 37.05 | 36.50 | 35.40 | 36.40 | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 96 Resistencia a Desgaste Combinación 8

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 | Altura 2 | Altura 3 | Altura 4 | Promedio Altura | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] | |
|---------------------------------------|--|----------|----------|----------|----------|--------------------|-----------------------|--------------------------------|------|
| | | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | | | |
| Combinación 8 C=250 (X) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.40 | 35.75 | 34.75 | 35.30 | 35.30 | 0.32 | 0.44 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.25 | 35.65 | 34.50 | 34.50 | 34.98 | | | |
| Combinación 8 C=250 (X) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 40.50 | 41.45 | 40.90 | 39.35 | 40.55 | 0.41 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.55 | 41.40 | 40.80 | 38.80 | 40.14 | | | |
| Combinación 8 C=250 (X) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 41.70 | 41.50 | 41.00 | 40.95 | 41.29 | 0.59 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 41.50 | 40.75 | 39.75 | 40.80 | 40.70 | | | |
| Combinación 8 C=250 (Y) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.50 | 36.15 | 36.20 | 35.30 | 35.79 | 0.21 | | 0.45 |
| | Alt. despues de ensayo | 35.40 | 36.10 | 35.70 | 35.10 | 35.58 | | | |
| Combinación 8 C=250 (Y) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 34.90 | 34.45 | 35.10 | 35.55 | 35.00 | 0.28 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.70 | 34.15 | 34.80 | 35.25 | 34.73 | | | |
| Combinación 8 C=250 (Y) -10 | Alt. Inicio de ensayo | 39.80 | 40.35 | 40.35 | 39.80 | 40.08 | 0.86 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.15 | 40.20 | 40.20 | 37.30 | 39.21 | | | |
| Combinación 8 C=250 (Z) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 37.30 | 37.60 | 38.90 | 38.40 | 38.05 | 0.56 | 0.60 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.50 | 36.65 | 38.65 | 38.15 | 37.49 | | | |
| Combinación 8 C=250 (Z) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 33.10 | 33.55 | 32.60 | 32.25 | 32.88 | 0.58 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.15 | 32.75 | 32.30 | 32.00 | 32.30 | | | |
| Combinación 8 C=250 (Z) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 40.40 | 41.00 | 41.05 | 40.55 | 40.75 | 0.65 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.60 | 39.90 | 40.95 | 39.95 | 40.10 | | | |
| Combinación 8 C=300 (X) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 35.90 | 35.60 | 36.05 | 36.50 | 36.01 | 0.29 | 0.36 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.60 | 35.50 | 35.80 | 36.00 | 35.73 | | | |
| Combinación 8 C=300 (X) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 40.70 | 41.45 | 41.05 | 40.00 | 40.80 | 0.25 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.45 | 40.90 | 40.90 | 39.95 | 40.55 | | | |
| Combinación 8 C=300 (X) -11 | Alt. Inicio de ensayo | 41.20 | 41.50 | 42.05 | 42.25 | 41.75 | 0.55 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 41.20 | 41.40 | 40.40 | 41.80 | 41.20 | | | |
| Combinación 8 C=300 (Y) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 40.55 | 41.20 | 41.25 | 40.80 | 40.95 | 0.46 | 0.62 | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.35 | 40.95 | 40.35 | 40.30 | 40.49 | | | |
| Combinación 8 C=300 (Y) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 38.65 | 39.55 | 40.30 | 39.65 | 39.54 | 0.34 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.60 | 39.35 | 39.65 | 39.20 | 39.20 | | | |
| Combinación 8 C=300 (Y) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 38.85 | 40.05 | 39.60 | 37.50 | 39.00 | 1.05 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.75 | 38.55 | 37.00 | 37.50 | 37.95 | | | |
| Combinación 8 C=300 (Z) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 31.25 | 31.10 | 32.40 | 32.75 | 31.88 | 0.59 | 0.37 | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.70 | 31.05 | 32.05 | 31.35 | 31.29 | | | |
| Combinación 8 C=300 (Z) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 39.55 | 39.85 | 40.00 | 39.60 | 39.75 | 0.33 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.50 | 39.45 | 39.25 | 39.50 | 39.43 | | | |
| Combinación 8 C=300 (Z) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 32.35 | 33.80 | 33.65 | 32.55 | 33.09 | 0.19 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.10 | 33.80 | 33.60 | 32.10 | 32.90 | | | |
| Combinación 8 C=350 (X) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.10 | 34.25 | 35.45 | 35.90 | 35.18 | 0.71 | 0.50 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.55 | 34.05 | 35.25 | 34.00 | 34.46 | | | |
| Combinación 8 C=350 (X) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 38.65 | 39.55 | 40.30 | 39.65 | 39.54 | 0.34 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.60 | 39.35 | 39.65 | 39.20 | 39.20 | | | |
| Combinación 8 C=350 (X) -11 | Alt. Inicio de ensayo | 41.90 | 42.20 | 42.15 | 41.40 | 41.91 | 0.44 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 41.75 | 41.55 | 41.40 | 41.20 | 41.48 | | | |
| Combinación 8 C=350 (Y) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 40.50 | 41.60 | 41.25 | 39.75 | 40.78 | 0.41 | 0.33 | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.40 | 41.55 | 40.30 | 39.20 | 40.36 | | | |
| Combinación 8 C=350 (Y) -10 | Alt. Inicio de ensayo | 33.15 | 34.15 | 34.55 | 33.75 | 33.90 | 0.25 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.10 | 34.05 | 34.30 | 33.15 | 33.65 | | | |
| Combinación 8 C=350 (Y) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 40.25 | 39.25 | 39.35 | 39.55 | 39.60 | 0.32 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.85 | 39.15 | 39.15 | 38.95 | 39.28 | | | |
| Combinación 8 C=350 (Z) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 40.75 | 40.10 | 38.50 | 39.40 | 39.69 | 0.41 | 0.39 | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.60 | 39.80 | 38.00 | 38.70 | 39.28 | | | |
| Combinación 8 C=350 (Z) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 40.50 | 41.60 | 41.25 | 39.75 | 40.78 | 0.41 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.40 | 41.55 | 40.30 | 39.20 | 40.36 | | | |
| Combinación 8 C=350 (Z) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 38.30 | 38.40 | 39.80 | 39.15 | 38.91 | 0.35 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.30 | 37.85 | 39.00 | 39.10 | 38.56 | | | |

Fuente: Elaboración Propia

4.7.2 Análisis de Duncan y Anova para Desgaste

Tabla 97 Valores iniciales análisis de Anova y Duncan – Desgaste

Datos Resistencia a Desgaste para el análisis de Anova
Diseño de factores cantidad de cemento y tamaño máximo de agregado
(Datos experimentales resultado del promedio de 3 réplicas)

| Resistencia a Desgaste- Datos de Análisis | | | |
|--|--|------|------|
| Combinación de Agregados | Cantidad de cemento Kg/m ³ en la mezcla de Hormigón | | |
| | 250 | 300 | 350 |
| Combinación N°1 | 0.80 | 0.49 | 0.50 |
| | 0.73 | 0.45 | 0.51 |
| | 0.80 | 0.56 | 0.41 |
| Combinación N°2 | 0.79 | 0.70 | 0.67 |
| | 0.80 | 0.65 | 0.41 |
| | 0.57 | 0.64 | 0.52 |
| Combinación N°3 | 1.65 | 0.92 | 1.08 |
| | 1.43 | 1.46 | 1.25 |
| | 1.56 | 1.58 | 0.60 |
| Combinación N°4 | 1.28 | 0.92 | 0.70 |
| | 1.18 | 1.49 | 0.49 |
| | 0.84 | 0.87 | 0.42 |
| Combinación N°5 | 0.54 | 0.34 | 0.44 |
| | 0.45 | 0.43 | 0.40 |
| | 0.41 | 0.49 | 0.34 |
| Combinación N°6 | 0.42 | 0.35 | 0.51 |
| | 0.51 | 0.43 | 0.33 |
| | 0.48 | 0.46 | 0.36 |
| Combinación N°7 | 0.41 | 0.37 | 0.38 |
| | 0.42 | 0.55 | 0.47 |
| | 0.60 | 0.39 | 0.42 |
| Combinación N°8 | 0.44 | 0.36 | 0.50 |
| | 0.45 | 0.62 | 0.33 |
| | 0.60 | 0.37 | 0.39 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 98 Valores promedios Análisis de Anova y Duncan - Desgaste
 Datos Resistencia a desgaste - Promedio final de las 3 repeticiones
 (1 repetición es el promedio de tres roturas)

| Resistencia a Desgaste - Promedio final de los resultados por combinación | | | |
|--|--|------|------|
| Combinación de Agregados | Cantidad de cemento Kg/m ³ en la mezcla de Hormigón | | |
| | 250 | 300 | 350 |
| Combinación N°1 | 0.78 | 0.50 | 0.47 |
| Combinación N°2 | 0.72 | 0.67 | 0.53 |
| Combinación N°3 | 1.55 | 1.32 | 0.98 |
| Combinación N°4 | 1.10 | 1.09 | 0.54 |
| Combinación N°5 | 0.47 | 0.42 | 0.39 |
| Combinación N°6 | 0.47 | 0.42 | 0.40 |
| Combinación N°7 | 0.48 | 0.44 | 0.42 |
| Combinación N°8 | 0.50 | 0.45 | 0.41 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 99 Tabla Análisis de Anova para Resistencia a Desgaste
 Tamaño Máximo Agregado 3/8", N°4, 3/4" - cantidad de cemento 250,300 y 350 Kg/m³

| Fuente de variación | grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Razón F_c | Fisher (F_t) | |
|----------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
| | | | | | alfa = 0.01 | alfa = 0.05 |
| Repetición | 2 | 0.052 | 0.026 | 1.110 | 5.12 | 3.21 |
| Efectos principales | | | | | | |
| A (Tamaño agregado) | 7 | 5.866 | 0.838 | 35.493 | 3.07 | 2.23 |
| B (Cantidad Cemento) | 2 | 0.708 | 0.354 | 14.999 | 5.12 | 3.21 |
| Interacción AB | 14 | 0.684 | 0.049 | 2.069 | 2.32 | 1.81 |
| Error | 46 | 1.086 | 0.024 | | | |
| Total | 71 | 8.397 | | | | |

$F_c > F_t$ región crítica de rechazo a H_0

Fuente: Elaboración Propia

- Conclusión:**
- 1.- La repetición no es significativa
 - 2.- El tamaño de agregado (factor A) es significativo para alfa = 0.01 y 0.05
 - 3.- La cantidad de cemento (factor B) es significativa para alfa = 0.05 y para alfa = 0.01
 - 4.- La interacción de los factores A y B es significativa para alfa = 0.05 y no para alfa = 0.01

- Nótese que los ensayos mostraron, fruto del análisis estadístico, una mayor influencia significativa de las combinaciones de agregados realizadas en la investigación que la influencia misma de la cantidad de cemento.
- Se puede observar que la interacción entre los factores A y B no fue significativa.

Tabla 100 Matriz general de análisis de Duncan para Desgaste

| valor mayor | Ŷ 32= | Ŷ 41= | Ŷ 42= | Ŷ 33= | Ŷ 11= | Ŷ 21= | Ŷ 22= | Ŷ 43= | Ŷ 23= | Ŷ 12= | Ŷ 81= | Ŷ 71= | Ŷ 13= | Ŷ 61= | Ŷ 51= | Ŷ 82= | Ŷ 72= | Ŷ 73= | Ŷ 52= | Ŷ 62= | Ŷ 83= | Ŷ 63= | Ŷ 53= | p |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| Ŷ 31= | 1,32 | 1,10 | 1,09 | 0,98 | 0,78 | 0,72 | 0,67 | 0,54 | 0,53 | 0,50 | 0,50 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,45 | 0,44 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 24 |
| Ŷ 32= | 1,32 | 0,22 | 0,23 | 0,35 | 0,54 | 0,60 | 0,66 | 0,79 | 0,79 | 0,82 | 0,83 | 0,84 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,87 | 0,89 | 0,90 | 0,90 | 0,91 | 0,92 | 0,92 | 0,93 | 23 |
| Ŷ 41= | 1,10 | | 0,01 | 0,13 | 0,32 | 0,38 | 0,43 | 0,56 | 0,57 | 0,60 | 0,60 | 0,62 | 0,63 | 0,63 | 0,65 | 0,66 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,69 | 0,70 | 0,71 | 22 |
| Ŷ 42= | 1,09 | | | 0,12 | 0,31 | 0,37 | 0,43 | 0,56 | 0,56 | 0,59 | 0,60 | 0,61 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,64 | 0,66 | 0,67 | 0,67 | 0,68 | 0,69 | 0,69 | 0,70 | 21 |
| Ŷ 33= | 0,98 | | | | 0,19 | 0,25 | 0,31 | 0,44 | 0,44 | 0,47 | 0,48 | 0,50 | 0,50 | 0,51 | 0,51 | 0,53 | 0,54 | 0,55 | 0,55 | 0,56 | 0,57 | 0,58 | 0,58 | 20 |
| Ŷ 11= | 0,78 | | | | | 0,06 | 0,11 | 0,24 | 0,25 | 0,28 | 0,28 | 0,30 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,33 | 0,34 | 0,36 | 0,36 | 0,37 | 0,38 | 0,38 | 0,39 | 19 |
| Ŷ 21= | 0,72 | | | | | | 0,05 | 0,18 | 0,19 | 0,22 | 0,22 | 0,24 | 0,25 | 0,25 | 0,27 | 0,28 | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,33 | 18 |
| Ŷ 22= | 0,67 | | | | | | | 0,13 | 0,13 | 0,17 | 0,17 | 0,19 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,25 | 0,25 | 0,26 | 0,27 | 0,28 | 17 |
| Ŷ 43= | 0,54 | | | | | | | | 0,00 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 16 |
| Ŷ 23= | 0,53 | | | | | | | | | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 15 |
| Ŷ 12= | 0,50 | | | | | | | | | | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,11 | 14 |
| Ŷ 81= | 0,50 | | | | | | | | | | | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 13 |
| Ŷ 71= | 0,48 | | | | | | | | | | | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 12 |
| Ŷ 13= | 0,47 | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 11 |
| Ŷ 61= | 0,47 | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 10 |
| Ŷ 51= | 0,47 | | | | | | | | | | | | | | | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 9 |
| Ŷ 82= | 0,45 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 8 |
| Ŷ 72= | 0,44 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 7 |
| Ŷ 73= | 0,42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 6 |
| Ŷ 52= | 0,42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 5 |
| Ŷ 62= | 0,42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 4 |
| Ŷ 83= | 0,41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,01 | 0,01 | 3 |
| Ŷ 63= | 0,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,01 | 2 |

Fuente: Elaboración propia

valores no significativos

valores significativos

Fuente: Elaboración Propia

Cantidad de cemento 350 Kg

Cantidad de cemento 300 Kg

Cantidad de cemento 250 Kg

Ŷ_{ij}

i = # de combinación de agregado (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C8)

J = Cantidad de Cemento (1 =250 Kg , 2=300 Kg y 3=350 Kg)

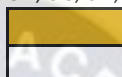
Tabla 101 Matriz de comparación por el método de Duncan - Desgaste con 250 [Kg/m³]

| | | C-3 | C-4 | C-1 | C-2 | C-8 | C-7 | C-6 | C-5 |
|-----|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Ŷ 31= | Ŷ 41= | Ŷ 11= | Ŷ 21= | Ŷ 81= | Ŷ 71= | Ŷ 61= | Ŷ 51= |
| | | 1.55 | 1.1 | 0.78 | 0.72 | 0.5 | 0.48 | 0.47 | 0.47 |
| C-3 | Ŷ 31= 1.55 | | | | | | | | |
| C-4 | Ŷ 41= 1.1 | | | | | | | | |
| C-1 | Ŷ 11= 0.78 | | | | | | | | |
| C-2 | Ŷ 21= 0.72 | | | | | | | | |
| C-8 | Ŷ 81= 0.5 | | | | | | | | |
| C-7 | Ŷ 71= 0.48 | | | | | | | | |
| C-6 | Ŷ 61= 0.47 | | | | | | | | |

Ŷ_{ij} donde: i= C-1= Combinación 1, se sigue el mismo criterio para C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7 y C-8. J=1=cemento 250 kg

valores no significativos

valores significativos



El gráfico anterior corresponde a la prueba de Duncan, para 8 combinaciones de agregado y 250 [Kg/m³] de cantidad de cemento. Este método compara las medias de resistencias a desgaste, por lo que el análisis establece la significancia estadística siguiente:

- La combinación c3 tiene diferencia significativa con las combinaciones c4, c1, c2, c8, c7, c6, y c5.
- La combinación c4 tiene diferencia significativa con las combinaciones c3, c1, c2, c8, c7, c6, y c5.
- La combinación c1 tiene diferencia significativa con las combinaciones c3, c4, c7, c6, y c5 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c1, c2 y c8.
- La combinación c2 tiene diferencia significativa con las combinaciones c3, y c4 asimismo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c2, c1, c8, c7, c6 y c5.
- La combinación c8 tiene diferencia significativa con las combinaciones c3, y c4 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c8, c1, c2, c7, c6 y c5.
- La combinación c7 tiene diferencia significativa con las combinaciones c3, c4 y c1 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c7, c2, c8, c6 y c5.
- La combinación c6 tiene diferencia significativa con las combinaciones c3, c4 y c1 al mismo tiempo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c6, c2, c8, c7 y c5.

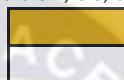
Tabla 102 Matriz de comparación por el método de Duncan - Desgaste con 300 [Kg/m³]

| | | C-3 | C-4 | C-2 | C-1 | C-8 | C-7 | C-5 | C-6 |
|-----|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Ŷ 32= | Ŷ 42= | Ŷ 22= | Ŷ 12= | Ŷ 82= | Ŷ 72= | Ŷ 52= | Ŷ 62= |
| | | 1.32 | 1.09 | 0.67 | 0.5 | 0.45 | 0.44 | 0.42 | 0.42 |
| C-3 | Ŷ 32= 1.32 | | | | | | | | |
| C-4 | Ŷ 42= 1.09 | | | | | | | | |
| C-2 | Ŷ 22= 0.67 | | | | | | | | |
| C-1 | Ŷ 12= 0.5 | | | | | | | | |
| C-8 | Ŷ 82= 0.45 | | | | | | | | |
| C-7 | Ŷ 72= 0.44 | | | | | | | | |
| C-5 | Ŷ 52= 0.42 | | | | | | | | |

Ŷ_{ij} donde: i= C-1= Combinación 1, se sigue el mismo criterio para C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7 y C-8. J=2=cemento 300 kg

valores no significativos

valores significativos



El gráfico anterior corresponde a la prueba de Duncan, para 8 combinaciones de agregado y 300 [Kg/m³] de cantidad de cemento. Este método compara las medias de resistencias a desgaste, por lo que el análisis establece la significancia estadística siguiente:

- La combinación c3 tiene diferencia significativa con las combinaciones c2, c1, c8, c7, c5, y c6 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c3 y c4.
- La combinación c4 tiene diferencia significativa con las combinaciones c2, c1, c8, c7, c5, y c6 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c4 y c3.
- La combinación c2 tiene diferencia significativa con las combinaciones c3, y c4 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c2, c1, c8, c7, c5, y c6.
- La combinación c1 tiene diferencia significativa con las combinaciones c3, y c4 asimismo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c1, c2, c8, c7, c5, y c6.
- La combinación c8 tiene diferencia significativa con las combinaciones c3, y c4 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c8, c2, c1, c7, c5, y c6.
- La combinación c7 tiene diferencia significativa con las combinaciones c3, y c4 al mismo tiempo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c7, c2, c1, c8, c5, y c6.
- La combinación c5 tiene diferencia significativa con las combinaciones c3, y c4 también no hay diferencia significativa entre las combinaciones c5, c2, c1, c8, c7, y c6.

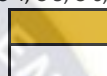
Tabla 103 Matriz de comparación por el método de Duncan - Desgaste con 350 [Kg/m³]

| | | | C-3 | C-4 | C-2 | C-1 | C-7 | C-8 | C-6 | C-5 |
|-----|-----------------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | $\hat{Y}_{33=}$ | $\hat{Y}_{43=}$ | $\hat{Y}_{23=}$ | $\hat{Y}_{13=}$ | $\hat{Y}_{73=}$ | $\hat{Y}_{83=}$ | $\hat{Y}_{63=}$ | $\hat{Y}_{53=}$ |
| | | | 0.98 | 0.54 | 0.53 | 0.47 | 0.42 | 0.41 | 0.4 | 0.39 |
| C-3 | $\hat{Y}_{33=}$ | 0.98 | | | | | | | | |
| C-4 | $\hat{Y}_{43=}$ | 0.54 | | | | | | | | |
| C-2 | $\hat{Y}_{23=}$ | 0.53 | | | | | | | | |
| C-1 | $\hat{Y}_{13=}$ | 0.47 | | | | | | | | |
| C-7 | $\hat{Y}_{73=}$ | 0.42 | | | | | | | | |
| C-8 | $\hat{Y}_{83=}$ | 0.41 | | | | | | | | |
| C-6 | $\hat{Y}_{63=}$ | 0.4 | | | | | | | | |

\hat{Y}_{ij} donde: i= C-1= Combinación 1, se sigue el mismo criterio para C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7 y C-8. J=3=cemento 350 kg

valores no significativos

valores significativos

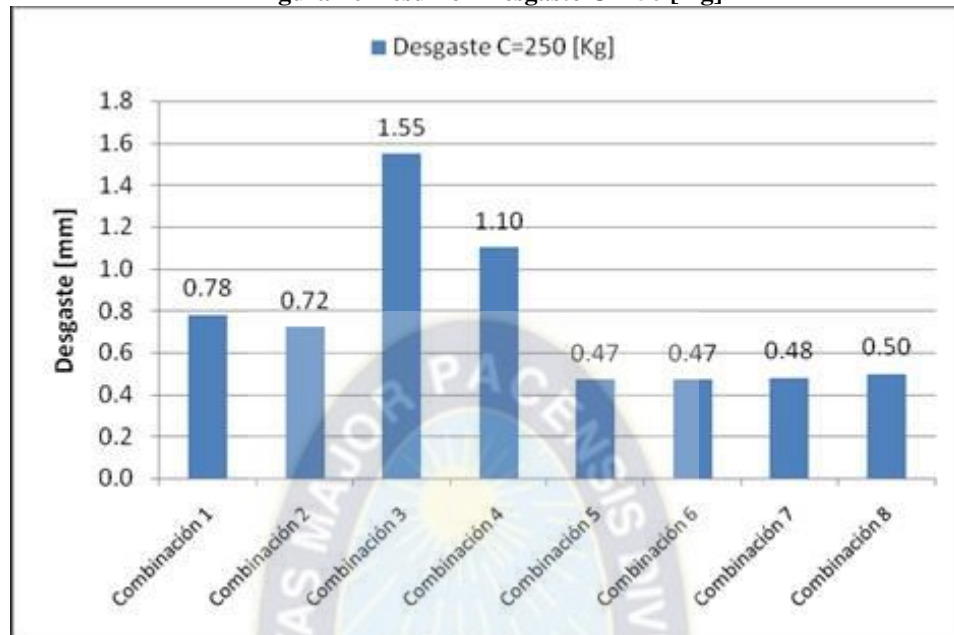


El gráfico anterior corresponde a la prueba de Duncan, para 8 combinaciones de agregado y 350 [Kg/m³] de cantidad de cemento. Este método compara las medias de resistencias a desgaste, por lo que el análisis establece la significancia estadística siguiente:

- La combinación c3 tiene diferencia significativa con las combinaciones c4, c2, c1, c7, c8, c6, y c5.
- La combinación c4 tiene diferencia significativa con las combinación c3 asimismo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c4, c2, c1, c7, c8, c6 y c5.
- La combinación c2 tiene diferencia significativa con las combinación c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c2, c4, c1, c7, c8, c6 y c5.
- La combinación c1 tiene diferencia significativa con las combinación c3 al mismo tiempo no hay diferencia significativa entre las combinaciones c1, c4, c2, c7, c8, c6 y c5.
- La combinación c7 tiene diferencia significativa con las combinación c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c7, c4, c2, c1, c8, c6 y c5.
- La combinación c8 tiene diferencia significativa con las combinación c3 también no hay diferencia significativa entre las combinaciones c8, c4, c2, c1, c7, c6 y c5.
- La combinación c6 tiene diferencia significativa con las combinación c3 además no hay diferencia significativa entre las combinaciones c6, c4, c2, c1, c7, c8, y c5.

4.7.3 Análisis de las mejores combinaciones de la Resistencia a Desgaste por Abrasión

Figura 26 Resumen Desgaste C=250 [Kg]

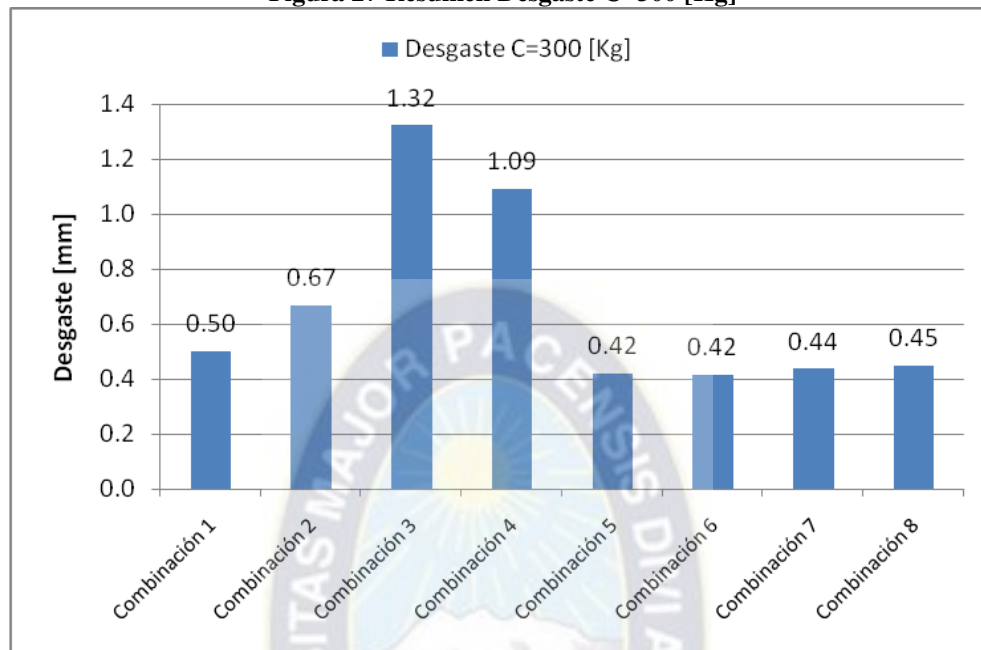


Fuente: Elaboración Propia

- Del gráfico precedente, para una cantidad de cemento de 250 [Kg/m³], se concluye que el máximo desgaste es obtenido por la combinación 3 y por el contrario el mínimo desgaste fue obtenido por las combinaciones 5 y 6.
- En el gráfico se observan dos tendencias: las combinaciones 5,6,7 y 8 con granulometría de TMN 3/4" presentan menor grado de desgaste, en cambio las combinaciones 3,4,1 y 2 con granulometría 3/8" y tamiz N°4 muestran mayor desgaste por abrasión.
- En la comparación de los datos, se demuestra que incorporar la arena Chacoma en las combinaciones 3 y 4 en mayor proporción y en las combinaciones 7 y 8 en reducido porcentaje, origina que las resistencias se reduzcan. Por tanto, añadir este agregado fino genera disminución de capacidad resistente al desgaste por abrasión.
- El análisis de Varianza (tabla 99) y la prueba de Duncan (tabla 101), muestran que al comparar las medias de los valores de resistencia a desgaste se verifica que el valor analizado producto de cada combinación de agregado, presenta un rango de resistencias a desgaste de 0.47 [mm] a 1.55 [mm], donde se advierte de modo general que entre valores adyacentes y próximos no existe diferencia significativa, al mismo tiempo se ve que hay diferencia significativa entre valores de mayor y menor desgaste, por tanto la

variable combinación de agregado, con diferente tamaño máximo (TMN) , representa en la mezcla de hormigón, la variación de la resistencia a desgaste.

Figura 27 Resumen Desgaste C=300 [Kg]

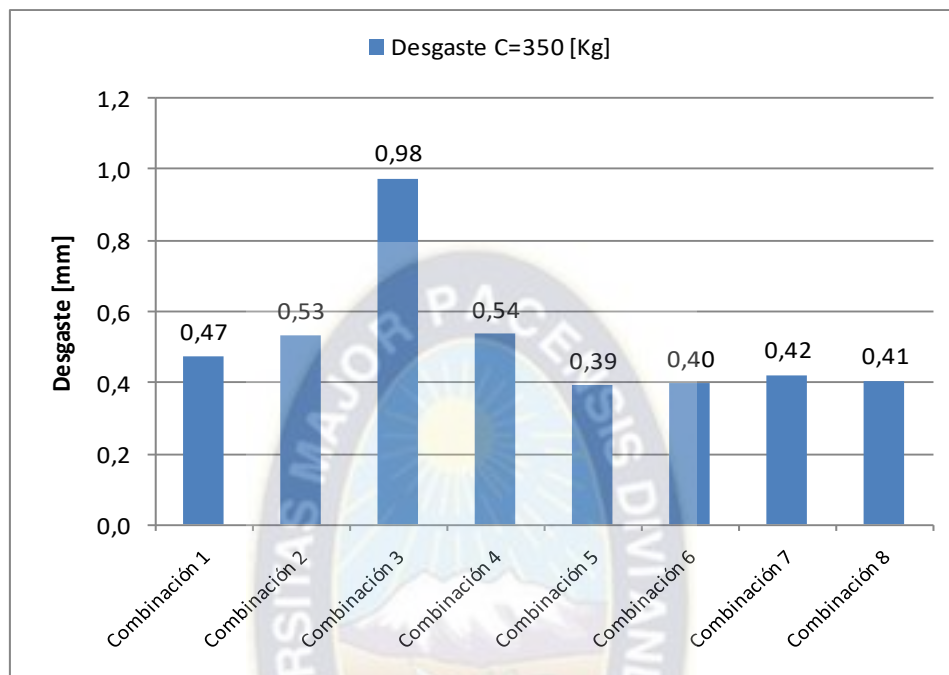


Fuente: Elaboración Propia

- Como se puede observar en el gráfico anterior, para 300 [Kg/m³] de cemento en mezcla, las combinaciones 5 y 6 son las que menor desgaste por abrasión presentaron, en cambio la combinación 3 se identifica por tener el más alto grado de desgaste por abrasión.
- También se distingue dos categorías de resistencia: las combinaciones 5,6,7 y 8 de TMN 3/4" ,son las que mejores resultados a desgaste desarrollaron en comparación con las combinaciones 1,2,3 y 4 de TMN 3/8" y Tamiz N^º4 (tienen menor resistencia a desgaste por abrasión).
- El factor reiterativo en las combinaciones 3 y 4 para reducidas resistencias, es la presencia de arena Chacoma, así como en las combinaciones 7 y 8.
- El análisis de Varianza (tabla 99) y la prueba de Duncan (tabla 102), muestran que al comparar las medias de los valores de resistencia a desgaste, se verifica que el valor analizado producto de cada combinación de agregado, presenta un rango de resistencias a desgaste de 0.42 [mm] a 1.32 [mm], donde se advierte de modo general que entre valores adyacentes y próximos no existe diferencia significativa. Al mismo tiempo se ve que hay diferencia significativa entre valores de mayor y menor desgaste, por tanto la

variable combinación de agregado, con diferente tamaño máximo (TMN) , representa en la mezcla de hormigón, la variación de la resistencia a desgaste.

Figura 28 Resumen Desgaste C=350 [Kg]



Fuente: Elaboración Propia

- Como se puede observar en el gráfico anterior, para 350 [Kg/m³] de cemento, el desgaste máximo fue obtenido por la combinación 3 y por el contrario el desgaste mínimo fue obtenido con la combinación de agregados 5.
- También se observa que las combinaciones 5,6,7 y 8 de TMN 3/4" son las que mejores resultados a desgaste por abrasión desarrollaron, en comparación con las combinaciones 1,2,3 y 4 de TMN 3/8 " Y N^o4 que tienen bajas resistencias a desgaste.
- Como se ve, en las combinaciones 3 y 4 se mantiene la tendencia de que la arena Chacoma reduce la resistencia a desgaste, así mismo, en las combinaciones 7 y 8, ese agregado afecta en menor grado la resistencia a desgaste.
- El análisis de varianza (tabla 99) y la prueba de Duncan (tabla 103), muestran que al comparar las medias de los valores de resistencia a desgaste, se verifica que el valor analizado producto de cada combinación de agregado, presenta un rango de resistencias a desgaste de 0.39 [mm] a 0.98 [mm], donde se advierte de modo general que entre valores adyacentes y próximos no existe diferencia significativa, al mismo tiempo se ve

que hay diferencia significativa entre valores de mayor y menor desgaste, por tanto, la variable combinación de agregado, con diferente tamaño máximo (TMN) , representa en la mezcla de hormigón, la variación de la resistencia a desgaste.

4.8 Evaluación estadística regresión lineal

En esta sección se analiza las relaciones de naturaleza lineal que se pueden establecer entre variables aleatorias a partir de los valores muestrales. En el caso de la regresión lineal simple se considera una sola variable independiente (x) y una variable dependiente (y).

4.8.1 Correlación Resistencia a Flexión y Compresión

La tabla 104 presenta la correlación entre la resistencia a flexión y compresión en función de la cantidad de cemento para las diferentes combinaciones de agregados y respectivo tamaño máximo de agregado, además se presenta el coeficiente de correlación, la ecuación y la característica del modelo.

También se aprecia que los modelos generados por el análisis Anova, en general presentan valores adecuados, rechazándose la hipótesis nula (ver Anexos - Análisis estadístico y regresión lineal), para las diferentes combinaciones. Se tiene datos de correlación variable que demuestran que las resistencias a flexión y compresión tienen la misma tendencia, es decir que probetas con buena resistencia flexión también tienen la tendencia a presentar una mayor resistencia a compresión. Sin embargo, no es conveniente usar las ecuaciones de las correlaciones debido que los coeficientes de correlación encontrados son bajos.

Tabla 104 Correlación entre Flexión y Compresión

| CORRELACION | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DE AGREGADO | COMBINACION DE AGREGADO | COEFICIENTE DE REGRESION R | ECUACION DE MODELO | OBSERVACION TIPO DE MODELO F _c > F _t = Adecuado |
|--|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|--|
| RESISTENCIA A FLEXIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: N°4 | Combinación 1 | 0.417 | Y=8.133 X -3.657 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A FLEXIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: 3/8" | Combinación 2 | 0.741 | Y=5.699 X +6.925 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A FLEXIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: N°4 | Combinación 3 | 0.675 | Y=9.924 X -8.155 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A FLEXIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: 3/8" | Combinación 4 | 0.702 | Y=8.419 X+ 0.112 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A FLEXIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: 3/4" | Combinación 5 | 0.611 | Y=5.560 X+5.030 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A FLEXIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: 3/4" | Combinación 6 | 0.591 | Y=3.780 X +14.481 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A FLEXIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: 3/4" | Combinación 7 | 0.529 | Y=6.176 X+2.891 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A FLEXIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: 3/4" | Combinación 8 | 0.578 | Y=8.958 X -9.176 | ADECUADO. |

Fuente: Elaboración Propia

4.8.2 Correlación Resistencia a Desgaste y Compresión

La tabla 105 presenta la correlación entre la resistencia a desgaste y compresión en función de la cantidad de cemento, para las diferentes combinaciones de agregados y respectivo tamaño máximo de agregado, además se presenta el coeficiente de correlación, la ecuación y la característica del modelo.

Así también se aprecia que los modelos generados por el análisis Anova, en general presentan valores adecuados, rechazándose la hipótesis nula (ver Anexos-Análisis estadístico y regresión lineal), para las diferentes combinaciones. Se tiene datos de correlación que muestran que las resistencias a desgaste y compresión tienen la misma tendencia, es decir que probetas con buena resistencia a desgaste tienen la tendencia a presentar una mayor resistencia a compresión. Sin embargo, no es conveniente usar las ecuaciones de las correlaciones debido que los coeficientes de correlación encontrados son bajos.

Tabla 105 Correlación entre Desgaste y Compresión

| CORRELACION | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DE AGREGADO | COMBINACION DE AGREGADO | COEFICIENTE DE REGRESION R | ECUACION DE MODELO | OBSERVACION TIPO DE MODELO F _c > F _t = Adecuado |
|---|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------|--|
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: N°4 | Combinación 1 | 0.420 | Y=-13.799 X +37.809 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: 3/8" | Combinación 2 | 0.460 | Y=-10.931 X +37.865 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: N°4 | Combinación 3 | 0.614 | Y=-7.113 X+33.642 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: 3/8" | Combinación 4 | 0.621 | Y=-7.897 X +34.461 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: 3/4" | Combinación 5 | 0.571 | Y=-21.405 X +46.899 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: 3/4" | Combinación 6 | 0.394 | Y=-9.795 X +39.134 | ADECUADO |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: 3/4" | Combinación 7 | 0.411 | Y=-13.053 X +39.863 | ADECUADO |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN | TMN: 3/4" | Combinación 8 | 0.651 | Y=-29.079 X +48.888 | ADECUADO. |

Fuente: Elaboración Propia

4.8.3 Correlación Resistencia a Desgaste y Flexión

La tabla 106 presenta la correlación entre la resistencia a desgaste y flexión en función de la cantidad de cemento para las diferentes combinaciones de agregados y respectivo tamaño máximo de agregado, además se presenta el coeficiente de correlación, la ecuación y la característica del modelo.

Asimismo, se aprecia que los modelos generados por el análisis Anova, en general presentan valores adecuados, rechazándose la hipótesis nula (ver Anexos - Análisis estadístico y regresión lineal), para las diferentes combinaciones. Se tiene datos de correlación que muestran que las resistencias a desgaste y flexión tienen la misma tendencia, es decir que probetas con buena resistencia a desgaste también tienen la tendencia a presentar una buena resistencia a flexión. Sin embargo, no es conveniente usar las ecuaciones de las correlaciones debido que los coeficientes de correlación encontrados son bajos.

Tabla 106 Correlación entre Desgaste y Flexión

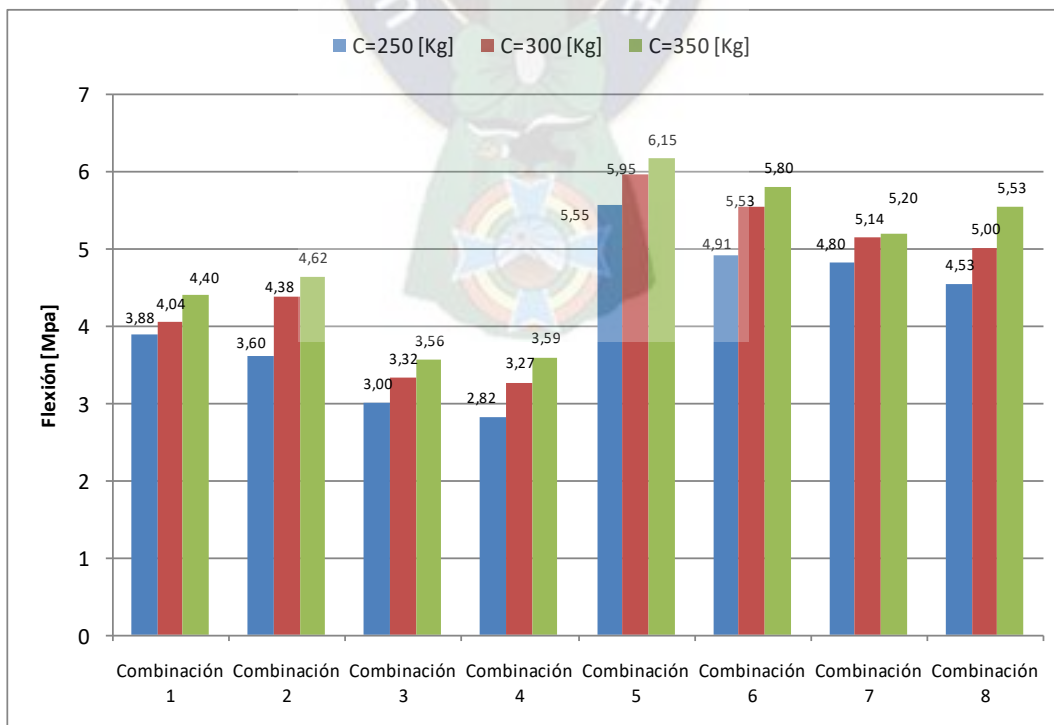
| CORRELACION | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DE AGREGADO | COMBINACION DE AGREGADO | COEFICIENTE DE REGRESION R | ECUACION DE MODELO | OBSERVACION TIPO DE MODELO F _c > F _t = Adecuado |
|--|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|--|
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A FLEXIÓN | TMN: N°4 | Combinación 1 | 0.656 | Y=-1.105 X +4.752 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A FLEXIÓN | TMN: 3/8" | Combinación 2 | 0.622 | Y=-1.920 X +5.430 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A FLEXIÓN | TMN: N°4 | Combinación 3 | 0.830 | Y=-0.654 X +4.132 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A FLEXIÓN | TMN: 3/8" | Combinación 4 | 0.748 | Y=-0.793 X +3.948 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A FLEXIÓN | TMN: 3/4" | Combinación 5 | 0.652 | Y=-2.689 X +7.034 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A FLEXIÓN | TMN: 3/4" | Combinación 6 | 0.657 | Y=-2.552 X +6.505 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A FLEXIÓN | TMN: 3/4" | Combinación 7 | 0.440 | Y=-1.199 X +5.579 | ADECUADO. |
| RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A FLEXIÓN | TMN: 3/4" | Combinación 8 | 0.603 | Y=-1.736 X +5.802 | ADECUADO. |

Fuente: Elaboración Propia

4.9 Resumen de Evaluación de Resultados

4.9.1 Resistencia a Flexión

Figura 29 Resumen General de Flexión

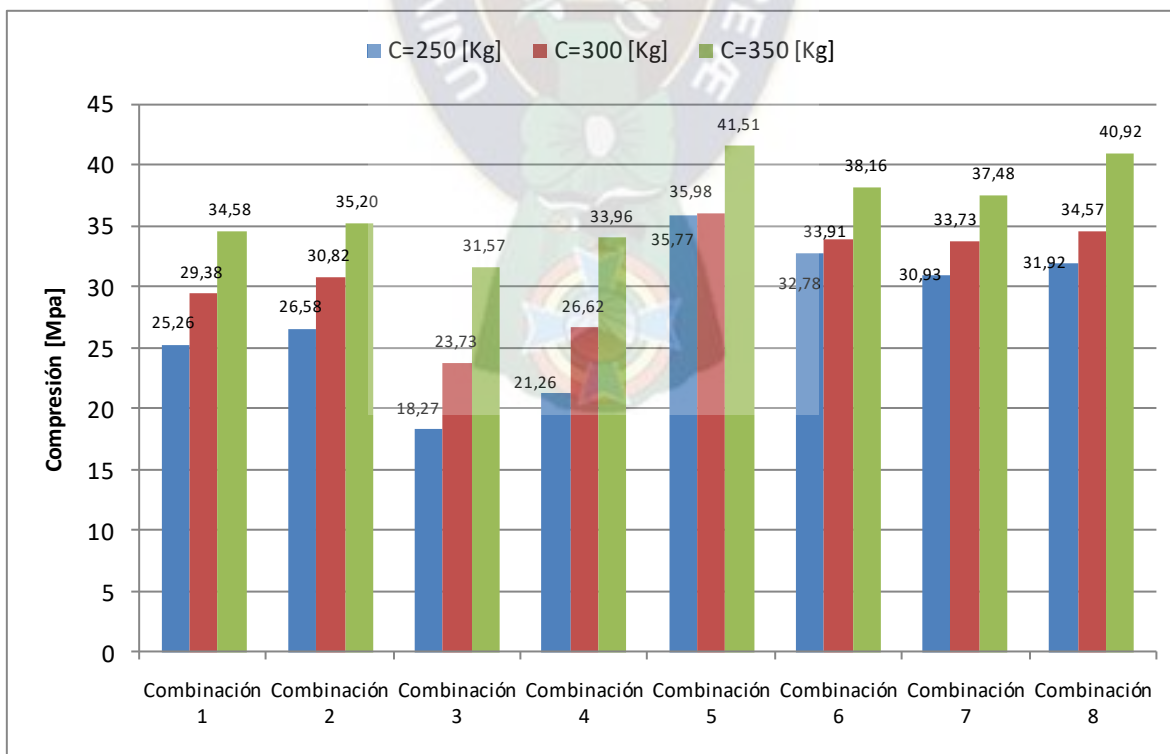


Fuente: Elaboración Propia

- Como se puede observar en el gráfico anterior la resistencia a flexión aumenta su valor, según el incremento de la cantidad de cemento en cada combinación de agregado.
- Se verifica en el gráfico que las combinaciones 5, 6, 7 y 8 son las que mejores resistencias a flexión desarrollaron en comparación con las combinaciones 1,2,3 y 4.
- Las combinaciones 5,6,7 y 8 se caracterizan por estar conformadas por un tamaño máximo de agregado de 3/4". Por su parte, en las combinaciones 1, 2, 3 y 4, se tienen como tamaño máximo de agregado el 3/8" y tamiz N°4.
- Se debe tener presente que las combinaciones 3, 4, 7 y 8 llevan en la combinación granulométrica la arena chacoma (mayor % en las combinaciones 3,4 y menor % en las combinaciones 7,8) como se ve en el gráfico la adición de este agregado a influido en la reducción de las resistencias.
- En general la combinación 5 en sus diferentes cantidades de cemento, tiene las mejores resistencias a flexión.

4.9.2 Resistencia a Compresión

Figura 30 Resumen General de Compresión

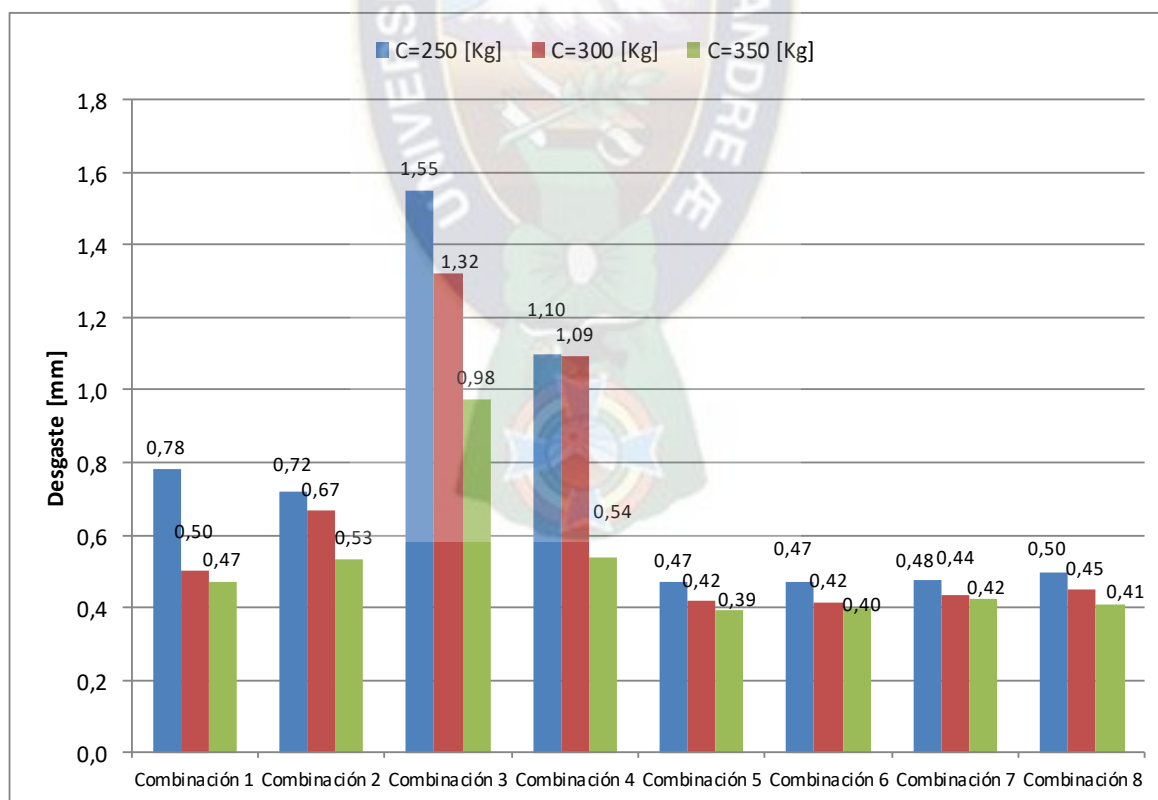


Fuente: Elaboración Propia

- Mediante el grafico se puede ver que la resistencia a compresión de las diferentes combinaciones de agregado presenta un incremento en su resistencia, en función al aumento de la cantidad de cemento.
- De manera similar a lo que vimos para flexión las combinaciones 5,6,7 y 8 desarrollan mejores resistencias y las combinaciones 1,2,3,4 menores resistencias a compresión. Los resultados de resistencia a compresión presentan similar comportamiento que los de la resistencia a flexión.
- La mezcla que demostró ser la mejor para la resistencia a compresión fue la combinación 5 para todas las variaciones de cantidad de cemento. A su vez la combinación 3 mostró los peores resultados a compresión para todas las variaciones de cantidad de cemento.

4.9.3 Resistencia a Desgaste

Figura 31 Resumen General de Desgaste



Fuente: Elaboración Propia

- En resumen, para la resistencia al desgaste, se observa que los resultados tienen afinidad de comportamiento con las resistencias a flexión y a compresión, donde la

combinación 5 es la que muestra mejor resistencia a desgaste y la combinación 3 es la que sufre más desgaste.

- En las combinaciones 5,6,7 y 8 caracterizadas por tener como tamaño máximo el 3/4", se aprecian valores mejores en la resistencia a desgaste, sin embargo se mantiene una pequeña diferencia al variar la cantidad de cemento.
- Como se aprecia también, las combinaciones 3, 4, 2 y 1 en ese orden, conformadas por el TMN 3/8 y N°4 experimentan mayor desgaste, además, se distingue claramente la influencia negativa de introducir arena chacoma en los adoquines.

4.10 Análisis del proceso productivo en fábrica

- Se observó la existencia de diferencias marcadas en el proceso de producción a nivel local y el extranjero.
- Según prácticas extranjeras, la compresión triaxial es una exigencia necesaria del proceso de elaboración de elementos prefabricados en base a mezclas secas y en particular en fabricación de los adoquines, mientras que en fábrica no se tiene tal exigencia ni se realiza dicha compresión para el acabado del producto.
- De hecho, en las prácticas constructivas de fábrica se observa que solo se realiza el vibrado para darle forma al aduquín en el molde, quedando ausente la compresión directa hacia el elemento ya vibrado.
- El compactado completo y efectivo o llegar a un punto muy próximo a este son la base para trabajar correctamente las mezclas secas. Este compactado evita o reduce los poros, huecos y oquedades en los adoquines. Precisamente este compactado no ocurre en la fabrica.
- Si no se tiene un buen compactado se reducen las prestaciones mecánicas y la resistencia a los agentes agresivos. En nuestro caso en particular, se trata de un hormigón seco que no ha sido compactado en un grado completo, ni efectivo debido a las limitaciones tecnológicas de elaboración con las que se cuenta en fábrica. Sabemos que en hormigones se tiene principalmente la compactación manual, el vibrado y la compresión total, siendo consideradas las dos primeras compactaciones insuficientes en la producción de adoquines.

- A menor relación de agua cemento para la mezcla de hormigón, mayor compactado necesitará el elemento para obtener mejores resistencias mecánicas en general. Sin embargo, en la realidad se observa que no se tiene los mecanismos necesarios para poder regular ni controlar el compactado de los adoquines.
- Luego del vibrado y compresión (no existente) se debería desmoldar el elemento mecánicamente sin deformar innecesariamente el elemento, sin embargo se siguió un procedimiento muy agresivo para los adoquines, a los que se sometió a una deformación plástica para su desmoldeo. Dicho proceso (pecheo) se aplicó con el fin de sacar los adoquines de los moldes por resbalamiento, lo que en consecuencia deforma los adoquines en estado fresco. Algunas veces estos adoquines llegan a quebrarse siendo necesaria la ejecución del proceso de reelaboración desde el inicio, lo que nos indica que las probetas que sobreviven o que conservan su forma luego del pecheo sufren cambios considerables en su estructura; siendo algunos de estos cambios observables a simple vista y otras no, lo que no significa que estas no existan.
- Ahora bien, a pesar de que el resquebrajamiento del adoquín es una consecuencia, visible externamente, del desmoldeo; también se tiene la posibilidad de inferir fisuras y oquedades internas en los elementos lo que no solo reduce las prestaciones mecánicas de los elementos sino que también los hace más susceptibles a los agentes agresivos externos como ser el congelamiento, por ejemplo.
- Posterior al desmoldeo, se debía transportar los adoquines hacia el lugar designado para el fraguado. En este trayecto se observó que se lo efectuó manualmente (un operador diligentemente acarrea en las manos los adoquines colocados sobre una base de madera), observándose movimientos desfavorables para el adoquín, donde al estar acomodado sobre una superficie de madera flexible se hace vulnerable a deformaciones en estado fresco y manejos bruscos debido a los movimientos que el operador realiza en su trayecto hacia el sitio donde tendrá lugar el fraguado.
- Luego de estar sometidos a semejante epopeya, los adoquines fueron acomodados, un par sobre otro par en estado fresco, teniéndose una pila hasta de seis pares por columna donde se debía esperar al fraguado. En esta particular etapa se somete a los

adoquines frescos a compresión directa. En la pila con seis pares de adoquines, el sexto par o el que se encuentra en la parte más baja soportó el peso de cinco pares de adoquines colocados encima de este último par. Se observó en procedimientos extranjeros que está no es una práctica realizada ni sugerida, sino que más por el contrario los adoquines en estado fresco no deben estar sometidos a esfuerzos innecesarios.

- Según los resultados obtenidos por Marchand et. al. (1996), la porosidad de los concretos secos, en comparación con los concretos convencionales, es mayor. Aunque también se afirma que la cantidad total de poros no define si el elemento tendrá malas prestaciones sino que más bien la presencia de poros grandes son los que debilitan y reducen las prestaciones de los elementos. Según estas conclusiones sabemos que nuestros adoquines, por la naturaleza de su mezcla (seca) tendrán más poros en su estructura que un hormigón convencional, pero si a esto le adicionamos las malas prácticas productivas desarrolladas en fabrica, se tiende a no reducir los poros, vacíos y oquedades con la ausencia de la compresión sobre el adoquín , además se induce a la creación de poros y vacíos indeseados con las prácticas constructivas no recomendables que se desarrollan con los elementos frescos.
- Una vez situados en el lugar de fraguado, los adoquines estuvieron sometidos a una temperatura ambiente y humedad bastante bajas (particularmente durante la noche y la madrugada), lo que nos mostró que los adoquines se encuentran en condiciones desfavorables que reducen las reacciones químicas de hidratación y reducen el agua de hidratación.
- Ahora bien, durante el día existen dos factores muy desfavorables, el viento y la humedad baja que combinados afectan el curado correcto y normal crecimiento de la resistencia en el adoquín, lo que significa que el hormigón pierde agua rápidamente (primeras horas y días de curado) creándose poros y vacíos por donde el agua sale por evaporación hacia la parte externa de los adoquines. El otro factor es la incidencia de la radiación solar directa sobre los adoquines que debido a la altitud considerable es más notorio y llega a evaporar el agua que se tiene en el adoquín. Estos factores, a veces combinados, resecan los adoquines y en particular las superficies de los

adoquines, lo que no solo reduce el agua de hidratación del cemento sino que también genera un sistema de poros perjudicial para el adoquín, desventajas que pueden ser evitadas con un ambiente de curado.

- Pero además, el curado se lo realiza con agua no potable, lo que puede estar relacionado con la inserción de sustancias orgánicas disueltas que se incorporarían en la microestructura del adoquín lo que perjudicaría en la resistencia a largo plazo y la incorrecta hidratación del cemento durante el periodo de ganancia de resistencia, lo que evidentemente mermaría las prestaciones mecánicas y de resistencia ante factores externos agresivos.
- Existen ciclos de hielo y deshielo presentes en el proceso de curado. Es inmutable el carácter agreste de nuestro clima en términos de congelamiento, sabiendo que a temperaturas inferiores a los 4,5 °C se detienen las reacciones químicas (hidratación del cemento) en el hormigón, a su vez con los cambios físicos del congelamiento, se introducen tensiones adicionales que resquebrajan y crean vacíos cada vez más grandes en las piezas de adoquín.
- Los factores mencionados anteriormente generan poros, microporos y vacíos que deterioran la calidad del adoquín tanto como su resistencia a mediano y largo plazo. A pesar de ser factores muy obvios son dejados a un lado y forman parte del proceso cotidiano de producción de adoquines en fábrica de la ciudad de El Alto.

4.11 Observaciones Adicionales

4.11.1 Influencia de la altitud y la presión atmosférica

Influencia en la porosidad. Los prefabricados elaborados en la ciudad de El Alto, La Paz y toda la región altiplánica de los Andes están inevitablemente sometidos a los efectos de la altura. Uno de estos efectos es la presión atmosférica baja (PAB). La PAB según recientes estudios mostro efectos negativos significativos en los hormigones. Uno de esos efectos negativos está relacionado con los poros del hormigón. Según X. Ge et al. en cuanto menor sea la presión atmosférica mayor será la dimensión de los poros en el rango de 500-10000 [nm]. A su vez se observó que los poros tienden a estar más interconectados al igual que tienden a estar más concentrados que distribuidos uniformemente. Todas estas anomalías observadas en la

porosidad del concreto elaborado a gran altitud convertiría al hormigón en más permeable y lo hace más susceptible al ataque de agentes químicos, menos resistente a ciclos de congelación y por lo tanto menos durables en el tiempo.

Influencia en resistencia a compresión. Por otro lado en la altura se incrementa la evaporación del agua, ya sea agua libre o el agua en el hormigón fresco. Existen estudios que confirman esta hipótesis, uno de ellos C. Torrez (2014) analiza la evaporación del agua de fraguado en la ciudad de La Paz y encuentra que la tasa de evaporación en ciudad de La Paz comparada con la tasa de evaporación a nivel del mar prácticamente se duplica. X. Ge et al.(2018) también formula que altitudes parecidas a la de la ciudad de La Paz provocan mayor evaporación, lo que conlleva a una hidratación de los componentes del cemento menor del que se tendría a nivel del mar. Esta reducción en la hidratación de los componentes del cemento provoca una pérdida en la resistencia a la compresión aproximadamente en un 11%, una pérdida significativa.

Ahora bien, X. Zeng et al. (2021) observaron que la resistencia a la compresión también se ve afectada debido a anomalías en la interface entre el agregado y la pasta de cemento. Según X. Ge et al.(2018) estas anomalías en la interface se deben a una presión atmosférica baja. Esta interface es mayor en la altura que a nivel del mar lo que conlleva a tener un hormigón más frágil. Cabe recordar que la interface es la parte más débil del hormigón, ya que se encuentra conformado mayoritariamente por etringita, portlandita y en menor grado por tobermorita . Lo que indica que a menor espesor de la interface mejor comportamiento tendrá el hormigón. Estos factores anteriormente analizados hacen que la resistencia a la compresión de los prefabricados elaborados en la altura se vea directamente afectada. Por lo que es un factor que se debe investigar más a profundidad para poder mitigar sus efectos en los hormigones elaborados en la altura.

4.11.2 Saturación en agua de los agregados

Los agregados utilizados para la fabricación de adoquines y prefabricados en general en el medio local, son utilizados en dos estados, unos totalmente secos y otros parcialmente saturados. Este aspecto pareciera trivial, sin mucha relevancia, limitado simplemente a la corrección por humedad al momento de dosificar el hormigón. Sin embargo varias

investigaciones muestran que el grado de saturación de los agregados tiene un rol importante en el comportamiento del hormigón fresco y endurecido. R.Cortas (2014) sugiere que los agregados que se saturaron al 50% hicieron que el concreto desarrolle mejores resistencias a la compresión y menor cantidad de macroporos. Por otro lado, R.Cortas (2014) también indica que los agregados que tenían un grado de saturación de 0% fueron los que menor resistencia a compresión desarrollaron y mayor proporción de macroporos presentaron. Aquellos agregados saturados al 100% mejoraron la resistencia a la compresión del hormigón pero en menor proporción que los saturados al 50 %.

Este efecto, grado de saturación del agregado, deberá ser tomado muy en cuenta para una correcta y mejor elaboración de los prefabricados. Una saturación previa de los agregados implicara una mejor performance de los hormigones en la resistencia a la compresión. Además estos mismos hormigones presentaran menos macroporos, por ende su permeabilidad será menor. Por lo que será mejor utilizar agregados saturados en agua con anticipación, mucho antes del mezclado realizado en la elaboración de los adoquines.

4.11.3 Efecto de la Humedad Relativa baja

Los elementos prefabricados producidos en la ciudad del Alto experimentan humedades relativas muy bajas durante el día, llegando incluso a valores cercanos a 15% de humedad relativa, lo que significa una condición crítica. La humedad presente en la pasta de cemento, que forma parte del hormigón se evaporara cuando la humedad relativa del ambiente decrece. Consecuentemente, según Gao et al. aparecerán tensiones internas dentro del hormigón como ser la presión capilar, tensión superficial y la presión de dislocamiento (presión de separación) lo que conlleva a una retracción por secado del hormigón. En este punto crucial el agregado grueso juega un rol fundamental ya que tiene un efecto restrictivo sobre la retracción que sufre la pasta de cemento. Lo que resulta en esfuerzos de compresión y tracción en el cemento durante la retracción. Cuando estas tensiones sobrepasan la resistencia del hormigón aparecerán microfisuras lo que causa un serio deterioro de la estructura de hormigón. Por lo que se hace necesario tomar en cuenta este factor para prevenir daños a los elementos de hormigón.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El presente estudio sintetiza procesos y resultados según las siguientes consideraciones:

- Se cumplió con el objetivo general, ya que se estudió la variación de cantidad de cemento en diferentes combinaciones de agregado según su tamaño máximo y su procedencia para la elaboración de losetas de H° tipo doble S.
- Se realizaron 24 dosificaciones, en función de tamaño máximo 3/4" ,3/8"y el tamiz N°4 y haciendo variar la cantidad de cemento en 250 a 300 y 350 [Kg/m³-H°].
- Se destinó para el estudio 720 adoquines, de los cuales 216 se ensayaron a resistencia a flexión, 216 a resistencia a compresión y 216 a resistencia a desgaste.
- De los resultados evaluados, se distingue a las combinaciones con tamaño máximo de 3/4" como las de mayores resistencias y las combinaciones con tamaño máximo de 3/8 y tamiz N°4 como las de menores resistencias.
- En base a los resultados obtenidos, las combinaciones N° 5, formadas de agregados (Vilaque, Achacachi y Ayo Ayo), TMN 3/4", y en función de su variación en el contenido de cemento, desarrollaron las mejores resistencia a flexión, compresión y desgaste.
- Las combinaciones que llevan en su composición la arena Chacoma, experimentan reducción de resistencia de 20 a 48 [%] en promedio.
- El análisis estadístico demuestra que la variable dependiente "resistencia del adoquín", está influenciada inicialmente por las combinaciones de agregados en sus diferentes tamaños máximos y luego por la variación de la cantidad de cemento.
- El análisis de varianza y la prueba de Duncan establecen que la combinación de agregados N° 5 en sus diferentes variaciones de cemento, presentan resistencias significativamente mayores a las de las demás combinaciones.
- La prueba de Duncan muestra que las combinaciones 5,6,7 y 8 presentan valores medios de resistencia mayores comparados con las combinaciones 1,2,4, y 3.
- Las combinaciones de agregados conformadas por tamaño máximo nominal de 3/4", de acuerdo a los resultados obtenidos, se adecuan mejor al sistema productivo de la fábrica estudiada.

- Para el estudio, el costo de materiales y uso de equipos de laboratorio, generó un gasto equivalente a 48214.79 [bs] (dato presente en anexos).
- Según los requisitos de normas de nuestro medio (Alcaldía de la ciudad de “El ALTO”) y resultados alcanzados, se tiene que las combinaciones 5,6,7,y 8, en sus diferentes proporciones de cemento, satisfacen los requerimientos de resistencias a compresión (> 25 Mpa), sin embargo por el factor económico, se debe priorizar las combinaciones dosificados con 250 [kg] de cemento, por los menores precios unitarios hallados (ver anexo: precios unitarios).
- Si bien los adoquines cumplen con los requerimientos mecánicos a compresión de algunas alcaldías locales, no lo hacen para otros requerimientos (ver tabla 3) como ser la de la ASTM (55 Mpa) y la IRAM (45 Mpa). Las combinaciones (1,2,5,6,7,8) con 350 Kg de cemento, las combinaciones (5,8) con 300 kg de cemento y la combinación (5) con 250 Kg de cemento cumplen la norma mexicana NX C-314 (34,5 Mpa).
- La combinaciones (5,6,7,8) para todas las cantidades de cemento cumplen con la resistencia a flexión establecida en la norma colombiana ICONTEC 2017 (4,5 Mpa) y la combinación 5 en todas sus cantidades de cemento cumple con la norma boliviana con respecto a la resistencia a la flexión NB de adoquines (5 Mpa).
- Los adoquines fabricados con agregado de tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ” para diferentes combinaciones, presentan irregularidades en la superficie de acabado, por tanto precisan ser afinados por mortero fino en la cara vista (superficie de rodadura).
- Los adoquines producidos con agregado fino de TMN N^o4 y $\frac{3}{8}$ ” presentan mejor uniformidad en la superficie de acabado, por lo que no precisan un acabado de afinado en la cara de rodadura.
- Según publicaciones extranjeras se recomienda el uso de agregado fino de tamaño máximo nominal de N^o4 y $\frac{3}{8}$ ” preferentemente, en el presente estudio, al evaluar los resultados, se evidencia que los adoquines elaborados con esta granulometría presentan resultados de resistencias mecánicas (flexión, compresión y desgaste) menores.

5.2 Recomendaciones

- Los adoquines con Tamaño Máximo Nominal de 3/4" se adecuan de mejor manera a la producción con máquina de planta y al vibro compactado artesanal del hormigón.
- Como el incremento de cemento aumenta los costos, es recomendable, por economía, usar las dosificaciones de hormigón con 250 [Kg] de cemento, de la combinación 5 . Debido a que con esta cantidad de cemento se llega a cumplir la resistencia mínima a flexión de la norma Boliviana (> 5 Mpa) .
- Es preferible la utilización de la mejor combinación, la N° 5 en sus diferentes dosificaciones. Sin embargo si se mejoran los procesos productivos, sería conveniente realizar un nuevo estudio para determinar la mejor combinación.
- si se modifica la tecnología de producción, sería conveniente un estudio nuevo sobre cuál sería la mejor combinación para la elaboración de adoquines tipo doble S.
- Se recomienda la no utilización de la arena Chacoma en mezclas destinadas a la fabricación de adoquines, por reducir las resistencias a flexión, compresión y desgaste en los adoquines.
- Se recomienda implementar un sistema mecánico capaz de aplicar la compresión triaxial a los adoquines, que sea parte integral del proceso de fabricación de los adoquines.
- Se recomienda cambiar el sistema de desmoldeo manual por otro que no incurra en el resbalamiento irregular como técnica principal. Se sugiere trabajar en la modificación física de los moldes para evitar influir negativamente sobre los adoquines.
- Se recomienda evitar las deformaciones plásticas producidas en el manipuleo y transporte de los adoquines en estado fresco.
- Se recomienda reducir el efecto de la temperatura y humedad bajas sobre los adoquines particularmente en edades tempranas. Por lo que se sugiere proteger los adoquines, a edades tempranas.
- Se sugiere la implementación de un cuarto de curado y fraguado, aunque no esté climatizado. Esto reduciría el efecto directo de factores como el viento seco, humedad (muy baja), la radiación solar directa , los ciclos de las heladas y la evaporación más rápida del agua del concreto.

BIBLIOGRAFIA

Rada G. R., Smith D. R., Miller J.S. y Witchak M. W. (1990) . *Structural Design of Concrete Block Pavements*. Journal of Transportation Engineering.

Pritchard C., y Dawson S.(1999). *Precast Concrete Paving*. A Design Handbook, Interpave, Leicester, England.

Ghafoori N., y Mathis R.(1998). *Prediction of Freezing and Thawing Durability of Concrete Paving Blocks*. Journal of Materials in Civil Engineering.

Ghafoori, N. y Mathis, R. (1997) . Scaling Resistance of Concrete Paving Block Surface Exposed to Deicing Chemicals. ACI Materials Journal.

Hewlett C. P. y Liska M..(2017). *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*. Butterworth-Heinemann.

Page C.L. y Page M.M.(2007). *Durability of Concrete and Cement Composites*. Woodhead Publishing.

Mindess S.(2019). *Developments in the Formulation and Reinforcement of Concrete*. Woodhead Publishing.

Siddique R. (2020). *Self-Compacting Concrete: Materials, Properties, and Applications*. Woodhead Publishing.

Roussel N. (2012). *Understanding the Rheology of Concrete*. Woodhead Publishing.

Samui P., Kim D., Iyer N. y Chaudhary S. (2020). *New Materials in Civil Engineering*. Butterworth-Heinemann.

Ge, X., Ge, Y., Qinfei Li, Q., Cai, X., Yang, W. y Dua, Y. (2018). Effect of low air pressure on the durability of concrete. *Construction and Building Materials* (187), 830–838.

Elsheikh M. Y. , Abdel A. H. y Ibrahim Abdel I. (2017). Using Igneous Rocks as a coarse aggregate in Concrete. *The Egyptian International Journal of Engineering Sciences and Technology* (Vol. 22), 9-18.

Langer W.H. y Knepper D.H. (1995). *Geologic characterization of natural aggregate*. U.S. Geological Survey, Denver, CO 80225.

Ferreira D. y Torres K.(2014). *Caracterización física de agregados petreos para concretos caso: Vista Hermosa (Mosquera) Y Mina Cemex (Apulo)*. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA - FACULTAD DE INGENIERÍA.

Maruyama I. y Sugie A. (2014). Numerical Study on Drying Shrinkage of Concrete Affected by Aggregate Size. *Journal of Advanced Concrete Technology* (12), 279-288.

Cortas R., Rozière E., Staquet S., Hamami A., Loukili A. y Delplancke-Ogletree M. (2014). Effect of the water saturation of aggregates on the shrinkage induced cracking risk of concrete at early age. *Cement & Concrete Composites* (50),1-9.

Chan J.L., Rómel Solís R. y Moreno E.I. (2003). *Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto*. Ingeniería-Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, México (7), 39-46.

Bentz D.P., Arnold J., Boisclair M.J., Jones S., Rothfeld P., Stutzman P., Tanesi J., Beyene M., Kim H., Muñoz J. y Ardani A. (2017). *Influence of Aggregate Characteristics on Concrete Performance*. U.S. Department of Commerce- National Institute of Standards and Technology.

Skominas R., Gurskis V., Šadzevičius R. y Ramukevičius D.(2019). *Effect of aggregates impurity on concrete properties*. Proceedings of the 9th International Scientific Conference Rural Development 2019.

Lee E., Ko J., Yoo J., Park S. y Nam J.(2021). *Analysis of the Aggregate Effect on the Compressive Strength of Concrete Using Dune Sand*. Applied Sciences Korea.

Karagüler M. y Yatağan M.(2018). *Effect of aggregate size on the restrained shrinkage of the concrete and mortar*. MOJ Civil Engineering (4-1),15-21.

Musa I.H., Shamsulddin Z.N. y Askar L.(2017). *Effect of aggregate maximum size upon compressive strength of concrete*. Journal of University of Duhok (20-1),790-797.

Gutiérrez H. y de la Vara R.(2008). *Análisis y diseño de experimentos*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.

Langer W.H. y Knepper D.H.(1995).*Geologic Characterization of natural aggregate*. U.S. DEPARTMENT OF INTERIOR-U.S. GEOLOGICAL SURVEY.

Benjamin M.T.,Jonhson N.M. y Naeser C.(1987).*Recent rapid uplift in the Bolivian Andes: Evidence from fision-track dating*. Geological Observatory of Columbia university (15),680-683.

Garziona C.N.,Molnar P.,Libarkin J.C. y MacFadden B.J.(2006).*Rapid late Miocene rise of the Bolivian Altiplano: Evidence for removal of mantle lithosphere*. Earth and Planetary Science Letters (241),543-556.

Iriarte A.R., 2, Cordani U.G. y Sato K.(2021). *Geochronology of the Cordillera Real granitoids, the inner magmatic arc of Bolivia*. Andean Geology (48-3), 403-441.

Huo J., Wang Z., Chen H. y He R.(2019). *Impacts of Low Atmospheric Pressure on Properties of Cement Concrete in Plateau Areas: A Literature Review*. Materials Journal (12-1384).

Shi Y., Yang H., Zhou S., Wang A. y Lv X.(2018). *Effect of Atmospheric Pressure on Performance of AEA and Air Entraining Concrete*. Advances in Materials Science and Engineering (ID 6528412).

Ge X., Ge Y., Li Q., Cai X., Yang W. y Dua Y.(2018). *Effect of low air pressure on the durability of concrete*. Construction and Building Materials (187), 830-838.

Li X., Fu S. y Hui Y.(2015). *Effect of Low Atmospheric Pressure on Air Content of fresh Concrete*. Advanced Materials Research (1079-1080), 202-206.

Li X. y Yang P.(2021). *Effect of Low Atmospheric Pressure on Bubble Stability of Air-Entrained Concrete*. Advances in Civil Engineering (ID 5533437). .

Li Y., Wang Z. y Wang L.(2019). *Influence of low atmospheric pressure on fluidity and pore size of cement paste*. Romanian Journal of Materials (49), 88-94.

Zeng X.H., Lan X.L., Zhu H.S., Long G.C. y Xie Y.J.(2021). *Investigation on air-voids structure and compressive strength of concrete at low atmospheric pressure*. Cement and Concrete Composites (122),104139.

Liu Z.,Lou B., Sha A., Dua P.y Wang X.(2019). *Microstructure characterization of Portland cement pastes influenced by lower curing pressures*. Construction and Building Materials (227), 116636.

Romagnosi S.(2021). *Influence des granulats recyclés sur le comportement à haute température des bétons*. [Tesis de Doctorado, CY CERGY-PARIS UNIVERSITE]. CY Cergy-Paris Université.

Torrez C. (2014). *Determinación de un método para medir la evaporación en el proceso de fraguado de hormigones para el municipio de La Paz*. [Proyecto de Grado, UMSA].

APENDICE

APENDICE

CONTENIDO

1.- Propiedades de materiales

2.-Elaboración de Mezclas de prueba en laboratorio

3.-Elaboración de mezclas y producción de Adoquines en Planta

4.- Ensayos en laboratorio para Adoquines

5.- Estudio de datos de ensayo por medio de análisis estadísticos

6.- Regresión lineal

7.-Datos y análisis complementario de Precios Unitarios

APENDICE

1.- Propiedades de materiales

Las propiedades físicas y mecánicas de los materiales concernientes al propósito de tesis, presentan sus características propias de material que se encuentran desglosados en este anexo.

Los áridos empleados tienen procedencia de cuatro regiones, a los cuales se realiza su tratamiento primario respectivo para proceder con ensayos respectivos.

Cuadro: Procedencia y Tratamiento de Agregados

| <i>Procedencia</i> | <i>Estado Natural</i> | <i>Tratamiento Obtenido Agregado Tamizado</i> |
|---------------------------|-------------------------------------|--|
| Agregado Achacachi | Agregado compuesto de arena y grava | Agregado compuesto de arena y gravilla TMN 3/8 |
| | | Agregado compuesto de arena y gravilla TMN N°4 |
| Arena Ayo Ayo | Arena Extraída de Cantera | S/ Tratamiento |
| Arena Chacoma | Arena Extraída de Cantera | S/ Tratamiento |
| Grava Vilaque | Grava Chancada TMN ¾ | S/ Tratamiento |

Los ensayos practicados a los agregados corresponden a Granulometría, Peso Específico y Peso Unitario, que se presentan en este anexo.

En contenido de anexo además se presenta la determinación proporción de agregados mediante métodos de unión de áridos, obteniendo ocho Combinación de Agregados para desarrollo de estudio.

Cuadro: Combinación de Agregados

| <i>Disposición de Agregados</i> | <i>Designación</i> | <i>Combinación de Agregados</i> | <i>Tamaño Máximo Nominal TMN</i> |
|--|---------------------------|--|---|
| B1= Agregado Achacachi compuesto de arena y gravilla TMN N°4 | Combinación N°1 | B1+C | TMN = N°4 |
| | Combinación N°2 | B2+C | TMN = 3/8 |
| B2= Agregado Achacachi compuesto de arena y gravilla TMN 3/8 | Combinación N°3 | B1+C+D | TMN = N°4 |
| | Combinación N°4 | B2+C+D | TMN = 3/8 |
| C= Arena AyoAyo | Combinación N°5 | B1+C+E | TMN = 3/4 |
| D= Arena Chacoma | Combinación N°6 | B2+C+E | TMN = 3/4 |
| | Combinación N°7 | B1+C+D+E | TMN = 3/4 |
| E= Grava Vilaque TMN ¾ | Combinación N°8 | B2+C+D+E | TMN = 3/4 |

| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

ENSAYO: Análisis Granulométrico de Agregado
 Norma: ASTM C - 136
 Procedencia Achacachi
 Temperatura Ambiente: 13 ºC
 Humedad Relativa: 65.0%

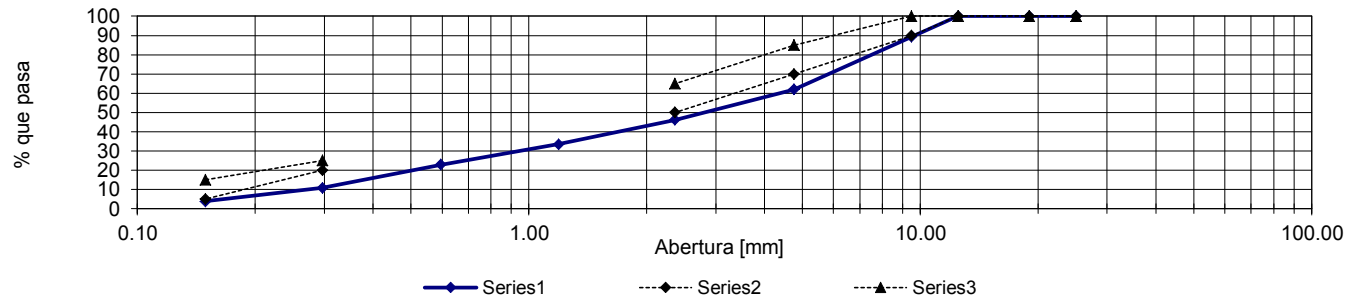
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO

ANALISIS GRANULOMÉTRICO: AGREGADO ACHACACHI 3/8 (gravilla+ arena Muestra Nº 1 PESO = 1815.1 [gr]

| TAMIZ | ABERTURA | P. RETENIDO | % RETENIDO | RET. ACUM. | %RET ACUM. | P. QUE PASA | %PASA TOTAL | %QUE PASA | ESPECIFICACIONES | |
|----------|----------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|------------------|-----|
| 1" | 25.00 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1815.100 | 100.000 | 100.000 | 100 | 100 |
| 3/4" | 19.00 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1815.100 | 100.000 | 100.000 | 100 | 100 |
| 1/2" | 12.50 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1815.100 | 100.000 | 100.000 | 100 | 100 |
| 3/8" | 9.50 | 195.9 | 10.793 | 195.9 | 10.793 | 1619.200 | 89.207 | 88.777 | 90 | 100 |
| Nº4 | 4.75 | 494.8 | 27.260 | 690.7 | 38.053 | 1124.400 | 61.947 | 60.432 | 70 | 85 |
| Nº8 | 2.360 | 286.7 | 15.795 | 977.4 | 53.848 | 837.700 | 46.152 | 44.008 | 50 | 65 |
| Nº16 | 1.190 | 229.3 | 12.633 | 1206.7 | 66.481 | 608.400 | 33.519 | 30.872 | | |
| Nº30 | 0.595 | 192.3 | 10.594 | 1399.0 | 77.076 | 416.100 | 22.924 | 19.856 | | |
| Nº50 | 0.297 | 219.9 | 12.115 | 1618.9 | 89.191 | 196.200 | 10.809 | 7.258 | 20 | 25 |
| Nº100 | 0.149 | 126.3 | 6.958 | 1745.2 | 96.149 | 69.900 | 3.851 | 0.023 | 5 | 15 |
| Pasa Nº4 | Charola | 69.5 | 3.829 | 1814.7 | 99.978 | | | | | |

Porcentaje de Gruesos = 38.053

Tamaño máximo Nominal = 3/8
 Módulo de Finura Grava MG= 3.827
 Porcentaje de Finos = 61.925



| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

ENSAYO: Análisis Granulométrico de Agregado
 Norma: ASTM C - 136
 Procedencia Achacachi
 Temperatura Ambiente: 13 ºC
 Humedad Relativa: 65.0%

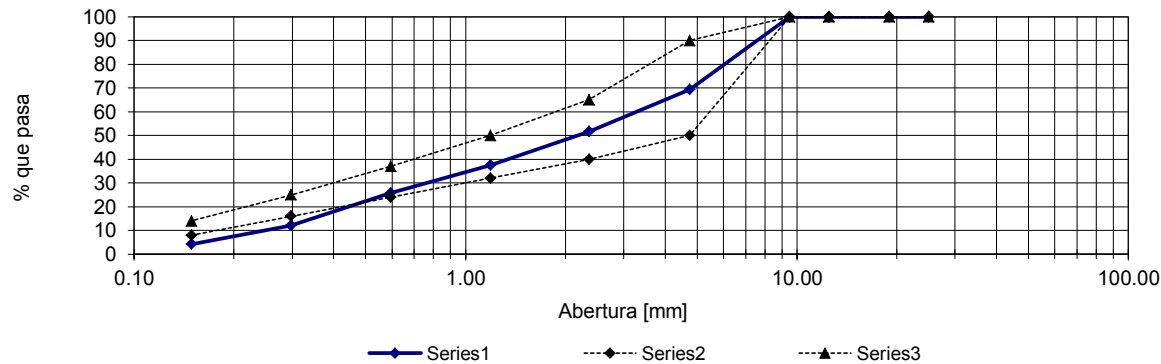
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO

ANALISIS GRANULOMÉTRICO: AGREGADO ACHACACHI N°4 (gravilla+ aren: Muestra N° 1 PESO = 1187.6 [gr]

| TAMIZ | ABERTURA | P. RETENIDO | % RETENIDO | RET. ACUM. | %RET ACUM. | P. QUE PASA | %PASA TOTAL | %QUE PASA | ESPECIFICACIONES | |
|----------|----------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|------------------|-------|
| 1" | 25.00 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1187.592 | 100.000 | 100.000 | 100.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.00 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1187.592 | 100.000 | 100.000 | 100.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.50 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1187.592 | 100.000 | 100.000 | 100.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.50 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1187.592 | 100.000 | 100.000 | 100.0 | 100.0 |
| N°4 | 4.75 | 363.0 | 30.574 | 363.0 | 30.566 | 824.592 | 69.434 | 68.068 | 50.0 | 90.0 |
| N°8 | 2.360 | 210.3 | 17.712 | 573.3 | 48.274 | 614.292 | 51.726 | 49.569 | 40.0 | 65.0 |
| N°16 | 1.190 | 168.2 | 14.167 | 741.5 | 62.437 | 446.092 | 37.563 | 34.773 | 32.0 | 50.0 |
| N°30 | 0.595 | 141.1 | 11.884 | 882.6 | 74.318 | 304.992 | 25.682 | 22.360 | 24.0 | 37.0 |
| N°50 | 0.297 | 161.3 | 13.585 | 1043.9 | 87.901 | 143.692 | 12.099 | 8.171 | 16.0 | 25.0 |
| N°100 | 0.149 | 92.6 | 7.799 | 1136.5 | 95.698 | 51.092 | 4.302 | 0.026 | 8.0 | 14.0 |
| Pasa N°4 | Charola | 50.8 | 4.279 | 1187.3 | 99.975 | | | | | |

Porcentaje de Grosos = 30.566

Tamaño máximo Nominal = N°4
 Módulo de Finura Grava MG= 3.69
 Porcentaje de Finos = 69.41



| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

ENSAYO: Análisis Granulométrico de la Grava
 Norma: ASTM C - 136
 Procedencia Vilaque
 Temperatura Ambiente: 13 ºC
 Humedad Relativa: 65.0%

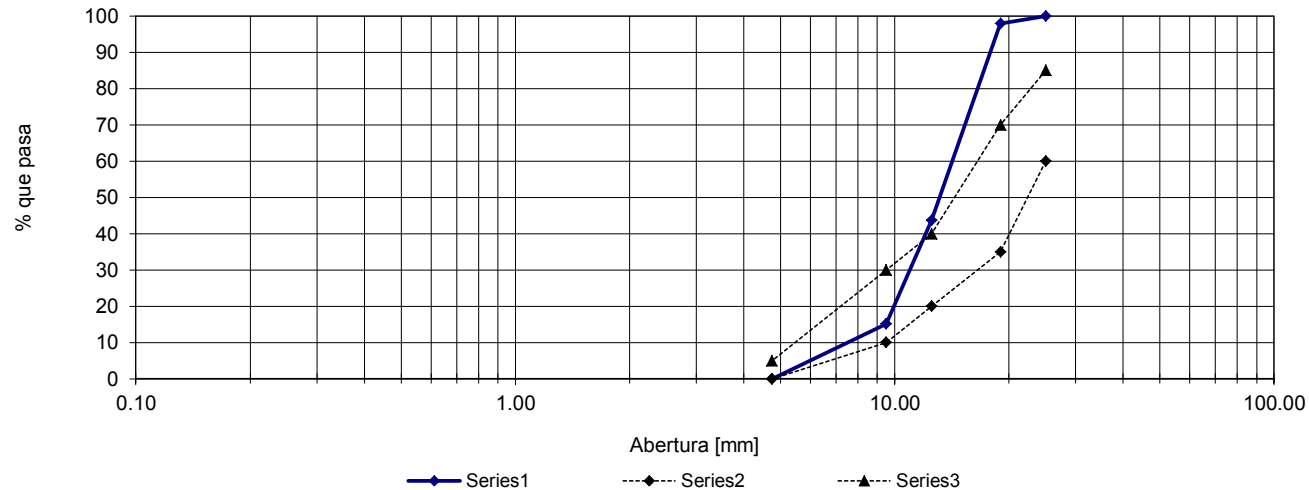
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA GRAVA

ANALISIS GRANULOMÉTRICO: GRAVA VILAQUE 3/4 Muestra Nº 2 PESO = 9971.1 [gr]

| TAMIZ | ABERTURA | P. RETENIDO | % RETENIDO | RET. ACUM. | %RET ACUM. | P. QUE PASA | %PASA TOTAL | %QUE PASA | ESPECIFICACIONES | |
|-------|----------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|------------------|----|
| 1" | 25.00 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 9971.100 | 100.000 | 100.000 | 60 | 85 |
| 3/4" | 19.00 | 208.2 | 2.088 | 208.2 | 2.088 | 9762.900 | 97.912 | 97.901 | 35 | 70 |
| 1/2" | 12.50 | 5372.3 | 53.880 | 5580.5 | 55.967 | 4390.600 | 44.033 | 43.737 | 20 | 40 |
| 3/8" | 9.50 | 2831.9 | 28.402 | 8412.4 | 84.368 | 1558.700 | 15.632 | 15.186 | 10 | 30 |
| Nº4 | 4.75 | 1505.9 | 15.103 | 9918.3 | 99.470 | 52.800 | 0.530 | 0.003 | 0 | 5 |
| | Charola | 52.5 | 0.527 | 9970.8 | 99.997 | 0.300 | 0.003 | | | |

Porcentaje de Guesos = 99.470

Tamaño máximo Nominal = 3/4
 Módulo de Finura Grava MG= 6.859
 Porcentaje de Finos = 0.527



| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

ENSAYO: Análisis Granulométrico de la Arena
 Norma: ASTM C - 136
 Procedencia: Arena Chacoma
 Temperatura Ambiente: 13 ºC
 Humedad Relativa: 65.0%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA

ANALISIS GRANULOMÉTRICO: ARENA CHACOMA

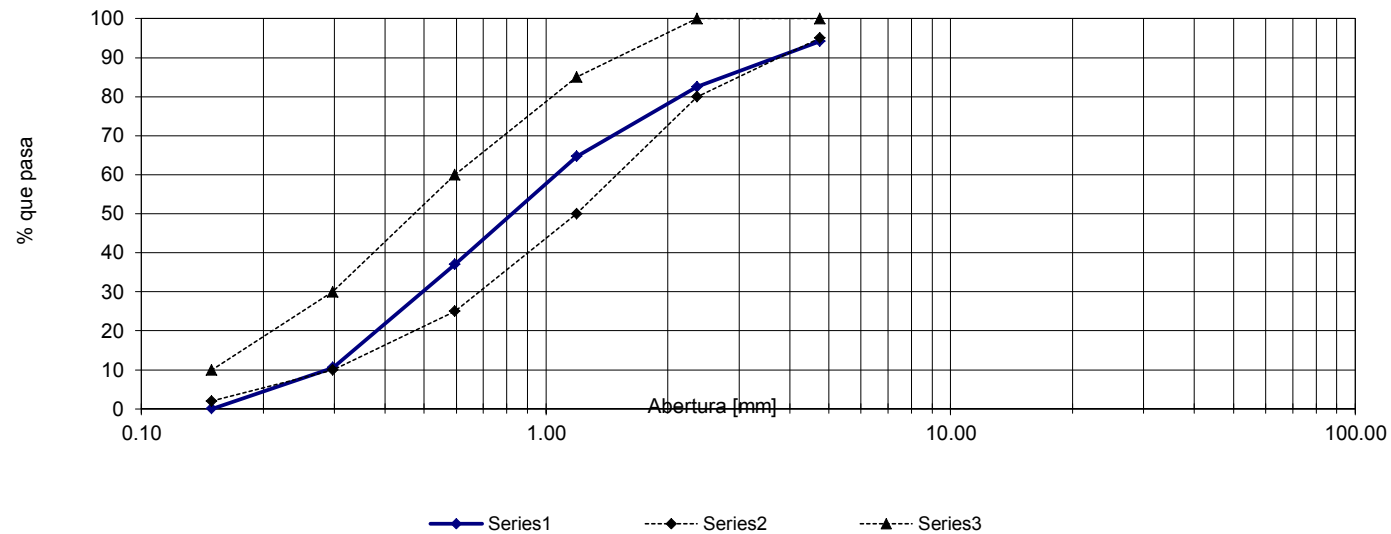
Muestra Nº 1

PESO = 1080.2 [gr]

| TAMIZ | ABERTURA | P. RETENIDO | RET. ACUM. | %RET ACUM. | P. QUE PASA | %PASA TOTAL | %QUE PASA | ESPECIFICACIONES | |
|---------|----------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|------------------|-----|
| Nº4 | 4.750 | 61.8 | 61.8 | 5.721 | 1018.4 | 94.279 | 94.197 | 95 | 100 |
| Nº8 | 2.360 | 124.4 | 186.2 | 17.238 | 894.0 | 82.762 | 82.516 | 80 | 100 |
| Nº16 | 1.190 | 189.9 | 376.1 | 34.818 | 704.1 | 65.182 | 64.685 | 50 | 85 |
| Nº30 | 0.595 | 294.9 | 671 | 62.118 | 409.2 | 37.882 | 36.995 | 25 | 60 |
| Nº50 | 0.297 | 281.7 | 952.7 | 88.197 | 127.5 | 11.803 | 10.545 | 10 | 30 |
| Nº100 | 0.149 | 112.1 | 1064.8 | 98.574 | 15.4 | 1.426 | 0.019 | 2 | 10 |
| Charola | | 15.2 | 1080 | | | | | | |

Tamaño máximo Nominal = Nº 4
 Módulo de Finura = 3.01
 Porcentaje de Finos = 94.28

Porcentaje de Gruesos = 5.721



| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

ENSAYO: Análisis Granulométrico de la Arena
 Norma: ASTM C - 136
 Procedencia Arena Ayo Ayo
 Temperatura Ambiente: 13 °C
 Humedad Relativa: 65.0%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA

ANALISIS GRANULOMÉTRICO: ARENA AYO AYO

Muestra Nº 2

PESO = 979.7 [gr]

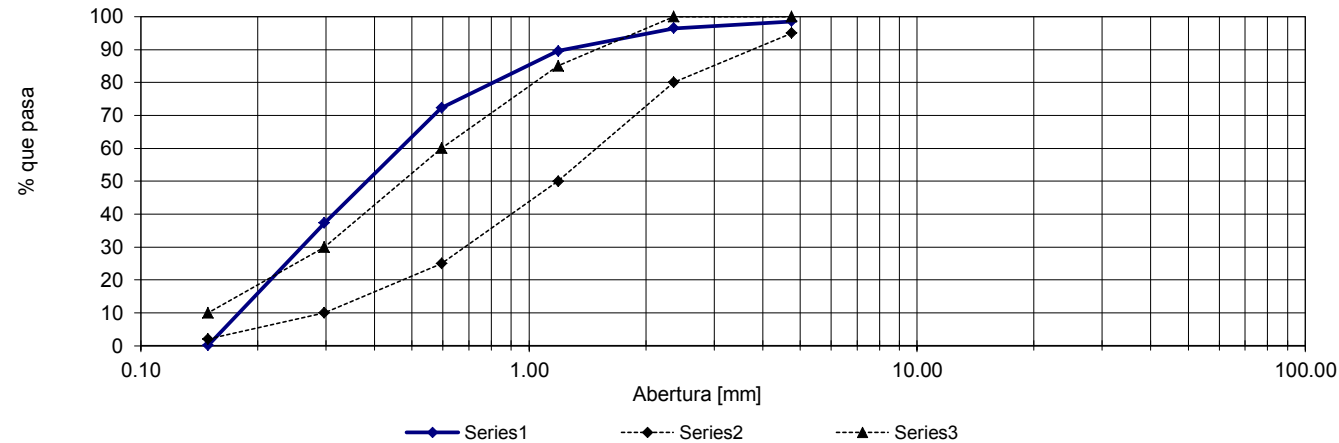
| TAMIZ | ABERTURA | P. RETENIDO | RET. ACUM. | %RET ACUM. | P. QUE PASA | %PASA TOTAL | %QUE PASA | ESPECIFICACIONES | |
|----------------|----------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|------------------|-----|
| Nº4 | 4.750 | 12.5 | 12.5 | 1.276 | 967.2 | 98.724 | 98.572 | 95 | 100 |
| Nº8 | 2.360 | 18.6 | 31.1 | 3.174 | 948.6 | 96.826 | 96.448 | 80 | 100 |
| Nº16 | 1.190 | 60.2 | 91.3 | 9.319 | 888.4 | 90.681 | 89.573 | 50 | 85 |
| Nº30 | 0.595 | 151.2 | 242.5 | 24.752 | 737.2 | 75.248 | 72.305 | 25 | 60 |
| Nº50 | 0.297 | 306.5 | 549 | 56.038 | 430.7 | 43.962 | 37.300 | 10 | 30 |
| Nº100 | 0.149 | 325.7 | 874.7 | 89.282 | 105 | 10.718 | 0.103 | 2 | 10 |
| Charola | | 104.1 | 978.8 | | | | | | |

Tamaño máximo Nominal = Nº 8

Módulo de Finura = 1.826

Porcentaje de Finos = 98.724

Porcentaje de Gruesos = 1.276



| | | |
|---|-------------------------------|----------------------------|
| <i>U. M. S. A.</i> | <i>FACULTAD DE INGENIERIA</i> | <i>CARRERA: ING. CIVIL</i> |
| <i>INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO"</i> | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

ENSAYO: Análisis Granulométrico de Agregado

Norma: ASTM C - 136

Procedencia Achacachi

Temperatura Ambiente: 13 °C

Humedad Relativa: 65.0%

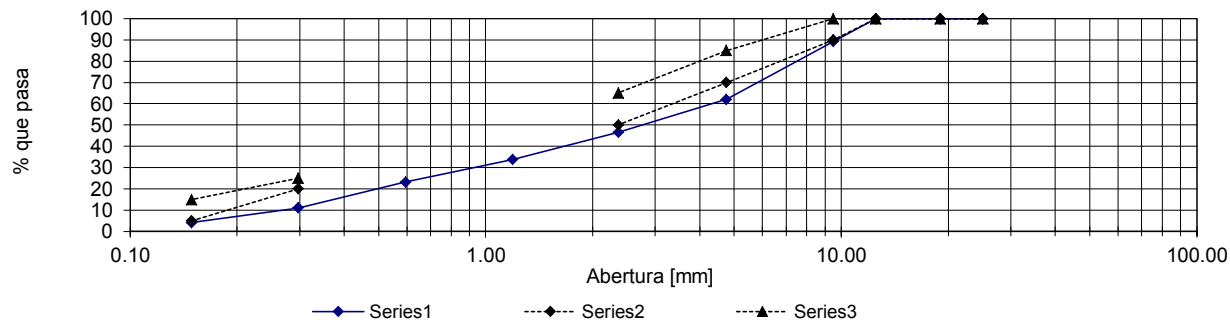
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO

ANALISIS GRANULOMÉTRICO: AGREGADO ACHACACHI 3/8 (gravilla+ arena) Muestra Nº 2 PESO = 1836.4 [gr]

| TAMIZ | ABERTURA | P. RETENIDO | % RETENIDO | RET. ACUM. | %RET ACUM. | P. QUE PASA | %PASA TOTAL | %QUE PASA | ESPECIFICACIONES | |
|----------|----------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|------------------|-----|
| 1" | 25.00 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1836.400 | 100.000 | 100.000 | 100 | 100 |
| 3/4" | 19.00 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1836.400 | 100.000 | 100.000 | 100 | 100 |
| 1/2" | 12.50 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1836.400 | 100.000 | 100.000 | 100 | 100 |
| 3/8" | 9.50 | 197.6 | 10.760 | 197.6 | 10.760 | 1638.800 | 89.240 | 88.813 | 90 | 100 |
| Nº4 | 4.75 | 499.2 | 27.184 | 696.8 | 37.944 | 1139.600 | 62.056 | 60.550 | 70 | 85 |
| Nº8 | 2.360 | 285.2 | 15.530 | 982.0 | 53.474 | 854.400 | 46.526 | 44.404 | 50 | 65 |
| Nº16 | 1.190 | 235.3 | 12.813 | 1217.3 | 66.287 | 619.100 | 33.713 | 31.082 | | |
| Nº30 | 0.595 | 194.0 | 10.564 | 1411.3 | 76.851 | 425.100 | 23.149 | 20.099 | | |
| Nº50 | 0.297 | 221.9 | 12.083 | 1633.2 | 88.935 | 203.200 | 11.065 | 7.536 | 20 | 25 |
| Nº100 | 0.149 | 127.4 | 6.937 | 1760.6 | 95.872 | 75.800 | 4.128 | 0.323 | 5 | 15 |
| Pasa Nº4 | Charola | 70.1 | 3.817 | 1830.7 | 99.690 | | | | | |

Porcentaje de Gruesos = 37.944

Tamaño máximo Nominal = 3/8
Módulo de Finura Grava MG= 3.81
Porcentaje de Finos = 61.75



| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

ENSAYO: Análisis Granulométrico de Agregado
 Norma: ASTM C - 136
 Procedencia Achacachi
 Temperatura Ambiente: 13 °C
 Humedad Relativa: 65.0%

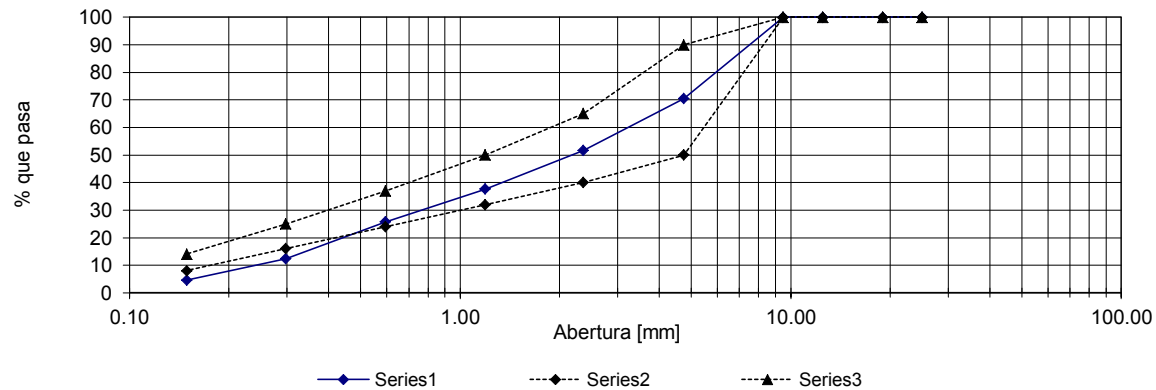
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO: AGREGADO ACHACACHI Nº4 (gravilla+ arena Muestra Nº 2 PESO = 1202.3 [gr]

| TAMIZ | ABERTURA | P. RETENIDO | % RETENIDO | RET. ACUM. | %RET ACUM. | P. QUE PASA | %PASA TOTAL | %QUE PASA | ESPECIFICACIONES | |
|----------|----------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|------------------|-------|
| 1" | 25.00 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1202.292 | 100.000 | 100.000 | 100.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.00 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1202.292 | 100.000 | 100.000 | 100.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.50 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1202.292 | 100.000 | 100.000 | 100.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.50 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 1202.292 | 100.000 | 100.000 | 100.0 | 100.0 |
| Nº4 | 4.75 | 355.3 | 29.638 | 355.3 | 29.552 | 846.992 | 70.448 | 69.136 | 50.0 | 90.0 |
| Nº8 | 2.360 | 225.6 | 18.819 | 580.9 | 48.316 | 621.392 | 51.684 | 49.539 | 40.0 | 65.0 |
| Nº16 | 1.190 | 169.3 | 14.122 | 750.2 | 62.397 | 452.092 | 37.603 | 34.833 | 32.0 | 50.0 |
| Nº30 | 0.595 | 142.0 | 11.845 | 892.2 | 74.208 | 310.092 | 25.792 | 22.498 | 24.0 | 37.0 |
| Nº50 | 0.297 | 162.3 | 13.539 | 1054.5 | 87.707 | 147.792 | 12.293 | 8.399 | 16.0 | 25.0 |
| Nº100 | 0.149 | 93.2 | 7.774 | 1147.7 | 95.459 | 54.592 | 4.541 | 0.303 | 8.0 | 14.0 |
| Pasa Nº4 | Charola | 51.1 | 4.263 | 1198.8 | 99.710 | | | | | |

Porcentaje de Gruesos = 29.552

Tamaño máximo Nominal = Nº4
 Módulo de Finura Grava MG= 3.681
 Porcentaje de Finos = 70.158



| | | |
|---|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

ENSAYO: Análisis Granulométrico de la Grava
 Norma: ASTM C - 136
 Procedencia Vilaque
 Temperatura Ambiente: 13 °C
 Humedad Relativa: 65.0%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA GRAVA

ANALISIS GRANULOMÉTRICO: GRAVA VILAQUE 3/4

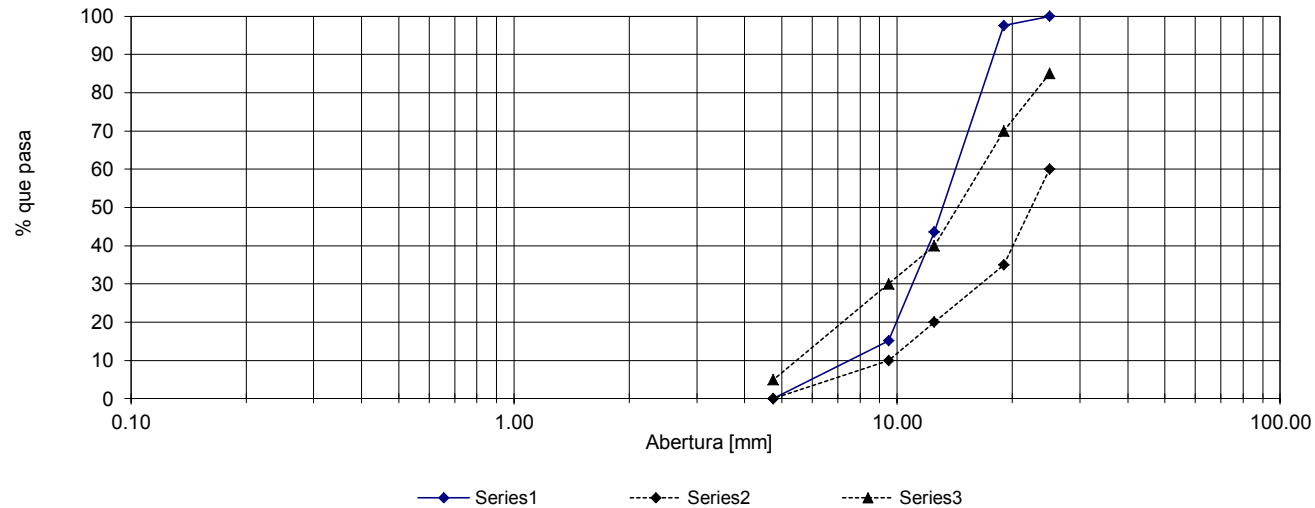
Muestra Nº 1

PESO = 10001.2 [gr]

| TAMIZ | ABERTURA | P. RETENIDO | % RETENIDO | RET. ACUM. | %RET ACUM. | P. QUE PASA | %PASA TOTAL | %QUE PASA | ESPECIFICACIONES | |
|-------|----------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|------------------|----|
| 1" | 25.00 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 10001.200 | 100.000 | 100.000 | 60 | 85 |
| 3/4" | 19.00 | 245.5 | 2.455 | 245.5 | 2.455 | 9755.700 | 97.545 | 97.532 | 35 | 70 |
| 1/2" | 12.50 | 5365.3 | 53.651 | 5610.8 | 56.101 | 4390.400 | 43.899 | 43.602 | 20 | 40 |
| 3/8" | 9.50 | 2831.6 | 28.315 | 8442.4 | 84.414 | 1558.800 | 15.586 | 15.140 | 10 | 30 |
| Nº4 | 4.75 | 1505.4 | 15.053 | 9947.8 | 99.466 | 53.400 | 0.534 | 0.008 | 0 | 5 |
| | Charola | 52.6 | 0.526 | 10000.4 | 99.992 | 0.800 | 0.008 | | | |

Porcentaje de Gruesos = 99.466

Tamaño máximo Nominal = 3/4
 Módulo de Finura Grava MG= 6.863
 Porcentaje de Finos = 0.526



| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| <i>U. M. S. A.</i> | <i>FACULTAD DE INGENIERIA</i> | <i>CARRERA: ING. CIVIL</i> |
| <i>INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO"</i> | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

ENSAYO: Análisis Granulométrico de la Arena
 Norma: ASTM C - 136
 Procedencia Arena Chacoma
 Temperatura Ambiente: 13 °C
 Humedad Relativa: 65.0%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA

ANALISIS GRANULOMÉTRICO: ARENA CHACOMA

Muestra N° 2

PESO = 1065.4 [gr]

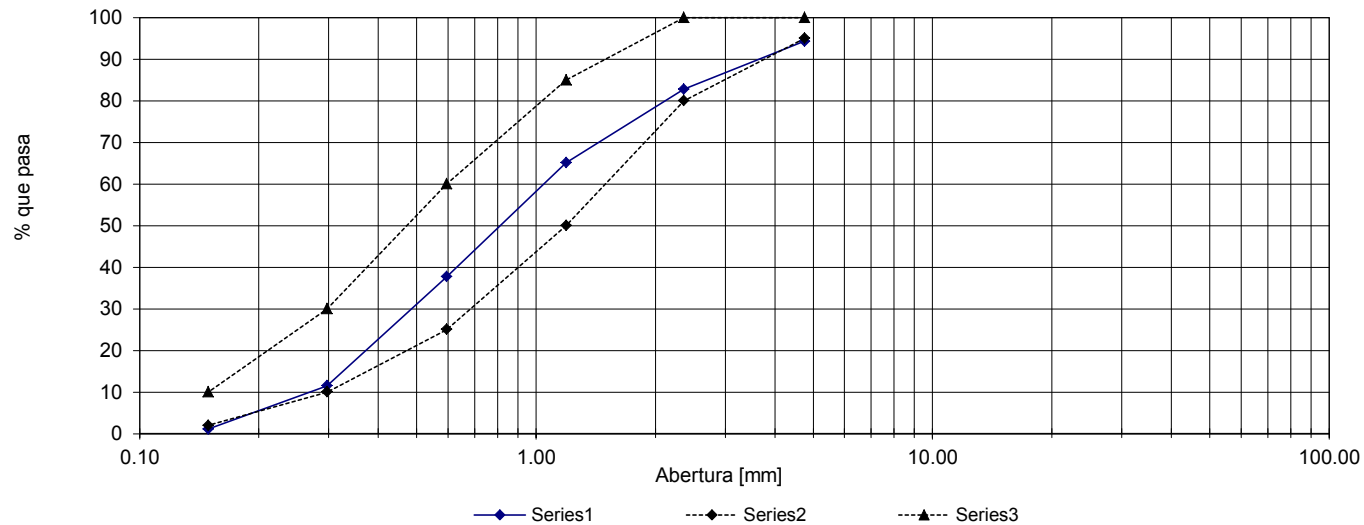
| TAMIZ | ABERTURA | P. RETENIDO | RET. ACUM. | %RET ACUM. | P. QUE PASA | %PASA TOTAL | %QUE PASA | ESPECIFICACIONES | |
|---------|----------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|------------------|-----|
| Nº4 | 4.750 | 60.3 | 60.3 | 5.660 | 1005.1 | 94.340 | 94.260 | 95 | 100 |
| Nº8 | 2.360 | 121.4 | 181.7 | 17.055 | 883.7 | 82.945 | 82.705 | 80 | 100 |
| Nº16 | 1.190 | 185.3 | 367 | 34.447 | 698.4 | 65.553 | 65.068 | 50 | 85 |
| Nº30 | 0.595 | 287.8 | 654.8 | 61.460 | 410.6 | 38.540 | 37.674 | 25 | 60 |
| Nº50 | 0.297 | 274.9 | 929.7 | 87.263 | 135.7 | 12.737 | 11.508 | 10 | 30 |
| Nº100 | 0.149 | 109.4 | 1039.1 | 97.531 | 26.3 | 2.469 | 1.095 | 2 | 10 |
| Charola | | 14.8 | 1053.9 | | | | | | |

Tamaño máximo Nominal = Nº 4 Nº 4

Módulo de Finura = 2.978

Porcentaje de Finos = 94.340

Porcentaje de Gruesos = 5.660



| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

ENSAYO: Análisis Granulométrico de la Arena
 Norma: ASTM C - 136
 Procedencia Arena Ayo Ayo
 Temperatura Ambiente: 13 °C
 Humedad Relativa: 65.0%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA

ANALISIS GRANULOMÉTRICO: ARENA AYO AYO

Muestra Nº 1

PESO = 1000.1 [gr]

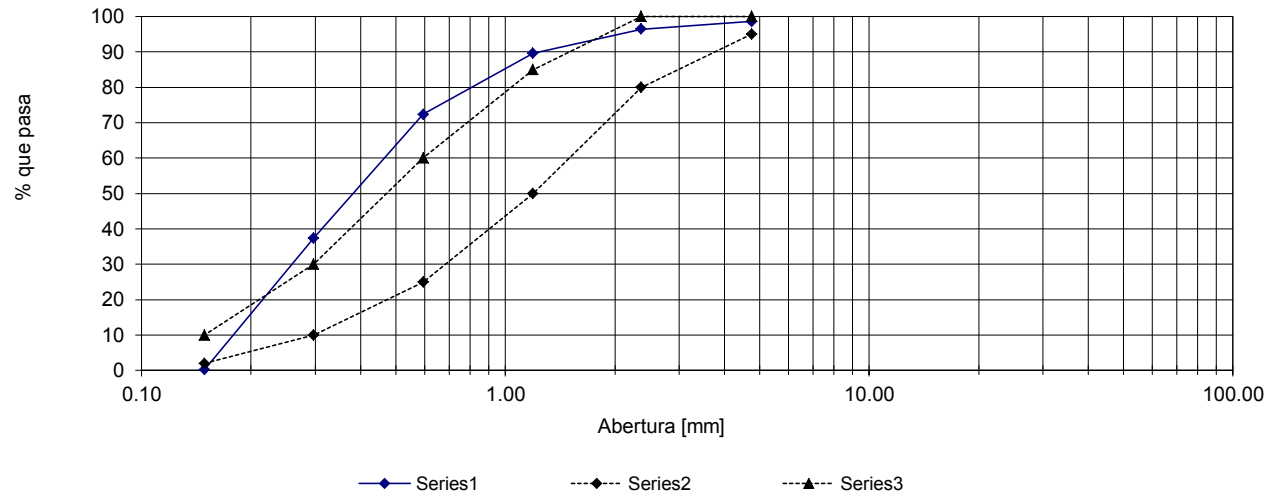
| TAMIZ | ABERTURA | P. RETENIDO | RET. ACUM. | %RET ACUM. | P. QUE PASA | %PASA TOTAL | %QUE PASA | ESPECIFICACIONES | |
|---------|----------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|------------------|-----|
| Nº4 | 4.750 | 12.7 | 12.7 | 1.270 | 987.4 | 98.730 | 98.579 | 95 | 100 |
| Nº8 | 2.360 | 18.9 | 31.6 | 3.160 | 968.5 | 96.840 | 96.465 | 80 | 100 |
| Nº16 | 1.190 | 61.4 | 93 | 9.299 | 907.1 | 90.701 | 89.597 | 50 | 85 |
| Nº30 | 0.595 | 154.1 | 247.1 | 24.708 | 753 | 75.292 | 72.360 | 25 | 60 |
| Nº50 | 0.297 | 312.4 | 559.5 | 55.944 | 440.6 | 44.056 | 37.416 | 10 | 30 |
| Nº100 | 0.149 | 332.0 | 891.5 | 89.141 | 108.6 | 10.859 | 0.280 | 2 | 10 |
| Charola | | 106.1 | 997.6 | | | | | | |

Tamaño máximo Nominal = Nº 8

Módulo de Finura = 1.823

Porcentaje de Finos = 98.730

Porcentaje de Gruesos = 1.270



| | | |
|--|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

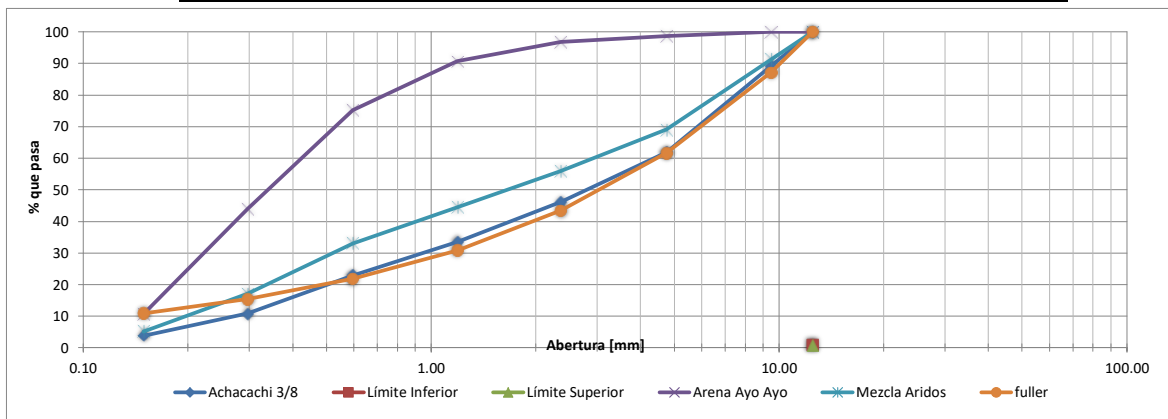
GRANULOMETRIA GENERAL DE ARIDOS

| TAMIZ | ABERTURA mm | AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8 | AGREGADO ACHACACHI TMN : N°4 | GRAVA VILAQUE TMN : 3/4 | ARENA AYO AYO | ARENA CHACOMA | ESPECIFICACION | | FULLER | | |
|-------|----------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | TMN : N°4 | TMN : 3/8 | TMN : N°4 | TMN : 3/8 | TMN : 3/4 |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 100.00 | 97.91 | 0.00 | 0.00 | | | | | 87.18 |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 100.00 | 44.03 | 0.00 | 0.00 | | 100% | | 100.00 | 70.71 |
| 3/8" | 9.50 | 89.21 | 100.00 | 15.63 | 0.00 | 0.00 | 100% | 90-100% | 100.00 | 87.18 | 61.64 |
| N°4 | 4.75 | 61.95 | 69.43 | 0.53 | 98.72 | 94.28 | 50-90% | 70-85% | 70.71 | 61.64 | 43.59 |
| N°8 | 2.360 | 46.15 | 51.73 | 0.00 | 96.83 | 82.76 | 40-65% | 50-65% | 49.84 | 43.45 | 30.72 |
| N°16 | 1.190 | 33.52 | 37.56 | 0.00 | 90.68 | 65.18 | 32-50% | | 35.39 | 30.85 | 21.82 |
| N°30 | 0.595 | 22.92 | 25.68 | 0.00 | 75.25 | 37.88 | 24-37% | | 25.03 | 21.82 | 15.43 |
| N°50 | 0.297 | 10.81 | 12.10 | 0.00 | 43.96 | 11.80 | 16-25% | 10-25% | 17.68 | 15.41 | 10.90 |
| N°100 | 0.149 | 3.85 | 4.30 | 0.00 | 10.72 | 1.43 | 8-14% | 5-15% | 12.52 | 10.92 | 7.72 |

RESULTADO UNION DE ARIDOS (COMBINACION N° 2)

AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8 80.67%
 ARENA AYO AYO 19.33%

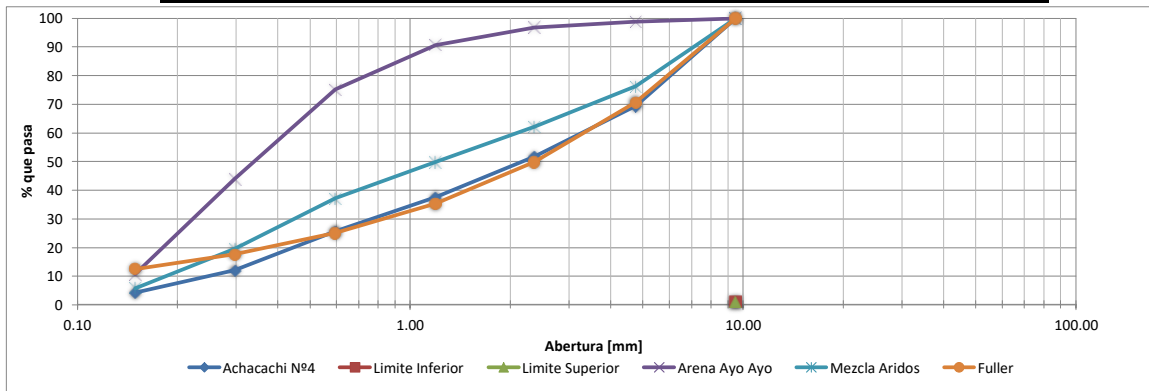
| TAMIZ | ABERTURA | AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8 | ARENA AYO AYO | MEZCLA ARIDOS | ESPECIFICACION | FULLER |
|-------|----------|------------------------------|---------------|---------------|----------------|-----------|
| | | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | TMN : 3/8 | TMN : 3/8 |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100% | 100.00 |
| 3/8" | 9.50 | 89.21 | 100.00 | 91.29 | 90-100% | 87.18 |
| N°4 | 4.75 | 61.95 | 98.72 | 69.06 | 70-85% | 61.64 |
| N°8 | 2.360 | 46.15 | 96.83 | 55.95 | 50-65% | 43.45 |
| N°16 | 1.190 | 33.52 | 90.68 | 44.57 | | 30.85 |
| N°30 | 0.595 | 22.92 | 75.25 | 33.04 | | 21.82 |
| N°50 | 0.297 | 10.81 | 43.96 | 17.22 | 10-25% | 15.41 |
| N°100 | 0.149 | 3.85 | 10.72 | 5.18 | 5-15% | 10.92 |



RESULTADO UNION DE ARIDOS (COMBINACION N° 1)

AGREGADO ACHACACHI TMN : N°4 76.89%
 ARENA AYO AYO 23.11%

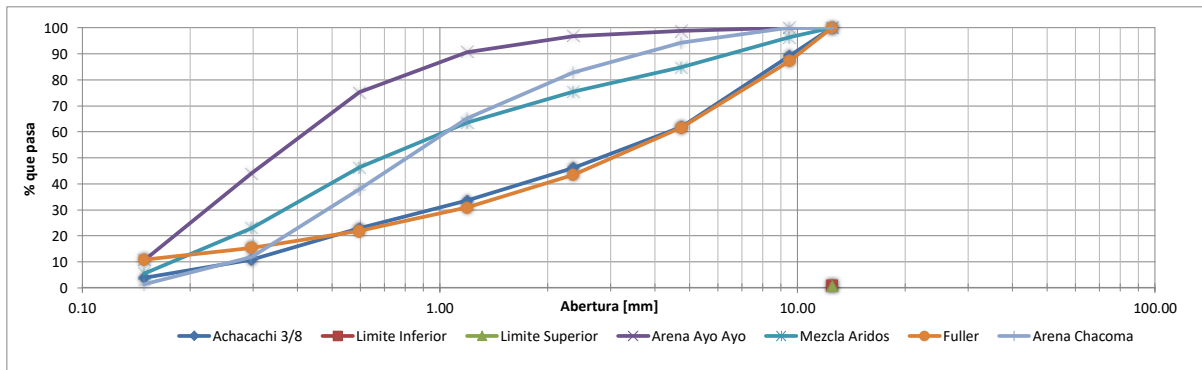
| TAMIZ | ABERTURA | AGREGADO ACHACACHI TMN : N°4 | ARENA AYO AYO | MEZCLA ARIDOS | ESPECIFICACION | FULLER |
|-------|----------|------------------------------|---------------|---------------|----------------|-----------|
| | | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | TMN : N°4 | TMN : N°4 |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 3/8" | 9.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100% | 100.00 |
| N°4 | 4.75 | 69.43 | 98.72 | 76.20 | 50-90% | 70.71 |
| N°8 | 2.360 | 51.73 | 96.83 | 62.15 | 40-65% | 49.84 |
| N°16 | 1.190 | 37.56 | 90.68 | 49.84 | 32-50% | 35.39 |
| N°30 | 0.595 | 25.68 | 75.25 | 37.14 | 24-37% | 25.03 |
| N°50 | 0.297 | 12.10 | 43.96 | 19.46 | 16-25% | 17.68 |
| N°100 | 0.149 | 4.30 | 10.72 | 5.78 | 8-14% | 12.52 |



RESULTADO UNION DE ARIDOS (COMBINACION N° 4)

AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8 34.00%
 ARENA AYO AYO 36.00%
 ARENA CHACOMA 30.00%

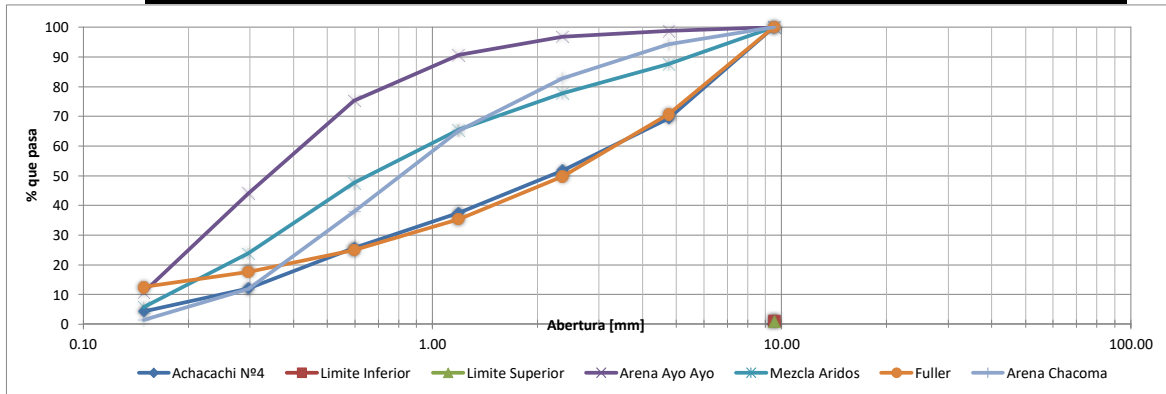
| TAMIZ | ABERTURA | AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8 %PASA TOTAL | ARENA AYO AYO %PASA TOTAL | ARENA CHACOMA %PASA TOTAL | MEZCLA ARIDOS %PASA TOTAL | ESPECIFICACION | |
|-------|----------|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|--------|
| | | | | | | TMN : 3/8 | FULLER |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100% | 100.00 |
| 3/8" | 9.50 | 89.21 | 100.00 | 100.00 | 96.33 | 90-100% | 87.18 |
| Nº4 | 4.75 | 61.95 | 98.72 | 94.28 | 84.89 | 70-85% | 61.64 |
| Nº8 | 2.360 | 46.15 | 96.83 | 82.76 | 75.38 | 50-65% | 43.45 |
| Nº16 | 1.190 | 33.52 | 90.68 | 65.18 | 63.60 | | 30.85 |
| Nº30 | 0.595 | 22.92 | 75.25 | 37.88 | 46.25 | | 21.82 |
| Nº50 | 0.297 | 10.81 | 43.96 | 11.80 | 23.04 | 10-25% | 15.41 |
| Nº100 | 0.149 | 3.85 | 10.72 | 1.43 | 5.60 | 5-15% | 10.92 |



RESULTADO UNION DE ARIDOS (COMBINACION N° 3)

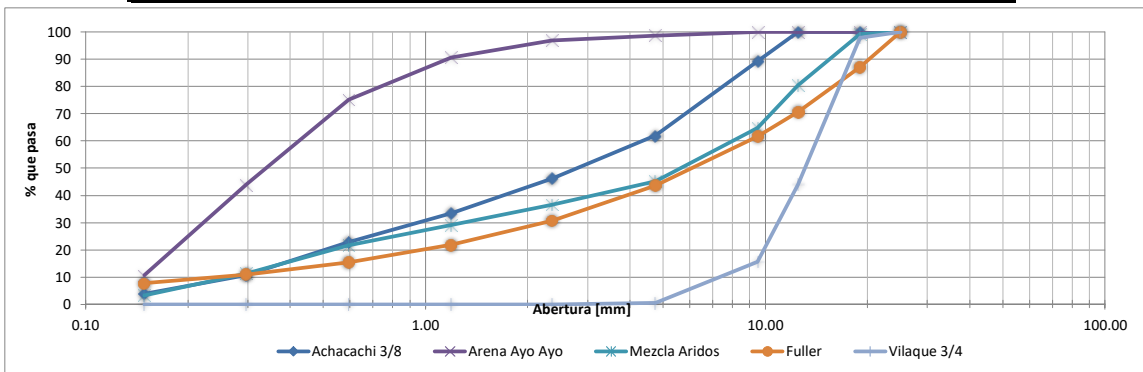
AGREGADO ACHACACHI TMN : Nº4 33.00%
 ARENA AYO AYO 37.00%
 ARENA CHACOMA 30.00%

| TAMIZ | ABERTURA | AGREGADO ACHACACHI TMN : Nº4 %PASA TOTAL | ARENA AYO AYO %PASA TOTAL | ARENA CHACOMA %PASA TOTAL | MEZCLA ARIDOS %PASA TOTAL | ESPECIFICACION | |
|-------|----------|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|--------|
| | | | | | | TMN : Nº4 | FULLER |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| 3/8" | 9.50 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100% | 100.00 |
| Nº4 | 4.75 | 69.43 | 98.72 | 94.28 | 87.72 | 50-90% | 70.71 |
| Nº8 | 2.360 | 51.73 | 96.83 | 82.76 | 77.72 | 40-65% | 49.84 |
| Nº16 | 1.190 | 37.56 | 90.68 | 65.18 | 65.50 | 32-50% | 35.39 |
| Nº30 | 0.595 | 25.68 | 75.25 | 37.88 | 47.68 | 24-37% | 25.03 |
| Nº50 | 0.297 | 12.10 | 43.96 | 11.80 | 23.80 | 16-25% | 17.68 |
| Nº100 | 0.149 | 4.30 | 10.72 | 1.43 | 5.81 | 8-14% | 12.52 |



RESULTADO UNION DE ARIDOS (COMBINACION Nº 6)
 AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8 52.00%
 GRAVA VILAQUE TMN : 3/4 35.00%
 ARENA AYO AYO 13.00%

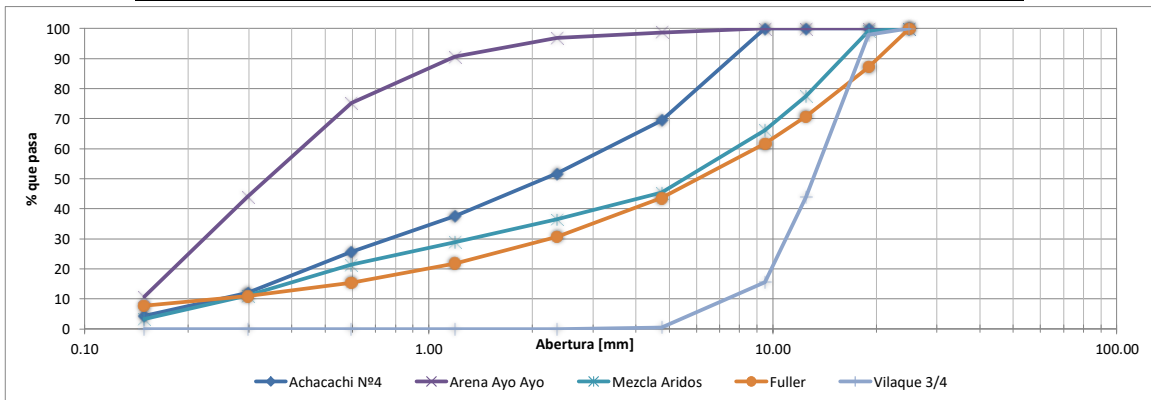
| TAMIZ | ABERTURA | AGREGADO ACHACACHI TMN : 3/8 | GRAVA VILAQUE TMN : 3/4 | ARENA AYO AYO | MEZCLA ARIDOS | FULLER |
|-------|----------|------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|-----------|
| | | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | TMN : 3/8 |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 97.91 | 100.00 | 99.27 | 87.18 |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 44.03 | 100.00 | 80.41 | 70.71 |
| 3/8" | 9.50 | 89.21 | 15.63 | 100.00 | 64.86 | 61.64 |
| Nº4 | 4.75 | 61.95 | 0.53 | 98.72 | 45.23 | 43.59 |
| Nº8 | 2.360 | 46.15 | 0.00 | 96.83 | 36.59 | 30.72 |
| Nº16 | 1.190 | 33.52 | 0.00 | 90.68 | 29.22 | 21.82 |
| Nº30 | 0.595 | 22.92 | 0.00 | 75.25 | 21.70 | 15.43 |
| Nº50 | 0.297 | 10.81 | 0.00 | 43.96 | 11.34 | 10.90 |
| Nº100 | 0.149 | 3.85 | 0.00 | 10.72 | 3.40 | 7.72 |



RESULTADO UNION DE ARIDOS (COMBINACION Nº 5)

AGREGADO ACHACACHI TMN : Nº4 48.00%
 GRAVA VILAQUE TMN : 3/4 40.00%
 ARENA AYO AYO 12.00%

| TAMIZ | ABERTURA | AGREGADO ACHACACHI TMN : Nº4 | GRAVA VILAQUE TMN : 3/4 | ARENA AYO AYO | MEZCLA ARIDOS | FULLER |
|-------|----------|------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|-----------|
| | | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | %PASA TOTAL | TMN : 3/4 |
| 1" | 25.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 | 97.91 | 100.00 | 99.16 | 87.18 |
| 1/2" | 12.50 | 100.00 | 44.03 | 100.00 | 77.61 | 70.71 |
| 3/8" | 9.50 | 100.00 | 15.63 | 100.00 | 66.25 | 61.64 |
| Nº4 | 4.75 | 69.43 | 0.53 | 98.72 | 45.39 | 43.59 |
| Nº8 | 2.360 | 51.73 | 0.00 | 96.83 | 36.45 | 30.72 |
| Nº16 | 1.190 | 37.56 | 0.00 | 90.68 | 28.91 | 21.82 |
| Nº30 | 0.595 | 25.68 | 0.00 | 75.25 | 21.36 | 15.43 |
| Nº50 | 0.297 | 12.10 | 0.00 | 43.96 | 11.08 | 10.90 |
| Nº100 | 0.149 | 4.30 | 0.00 | 10.72 | 3.35 | 7.72 |



| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO : ASTM C -128

Procedencia : Arena Chacoma

| MUESTRA | # 1 | # 2 |
|-------------------------------------|-------|-------|
| PESO RECIPIENTE (gr) | 152.1 | 154.7 |
| PESO FRASCO SECO (gr) | 154.7 | 154.7 |
| PESO FRASCO + AGUA (gr) | 654.7 | 654.7 |
| PESO MUESTRA SSS (gr) | 408.2 | 406.2 |
| PESO FRASCO + MUESTRA + AGUA (gr) | 905.7 | 905 |
| PESO MUESTRA SECA + RECIPIENTE (gr) | 550.6 | 551.6 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 |
|--------------------------------------|-------|-------|
| PESO MUESTRA SECA (gr) A= | 398.5 | 396.9 |
| PESO FRASCO + AGUA (gr) B= | 654.7 | 654.7 |
| PESO FRASCO + MUESTRA + AGUA (gr) C= | 905.7 | 905 |
| PESO MUESTRA SSS (gr) D= | 408.2 | 406.2 |

| | | |
|--|-------|-------|
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA $G_s=A/(B+D-C)$ | 2.535 | 2.546 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS $G_{sss}=D/(B+D-C)$ | 2.597 | 2.606 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE $G_{Ap}=D/(B+D-C)$ | 2.702 | 2.707 |
| % DE ABSORCION $\%Abs=(D-A)*100/A$ | 2.434 | 2.343 |

PROMEDIO

| | |
|---|-------|
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA $G_s=$ | 2.540 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS $G_{sss}=$ | 2.601 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE $G_{Ap}=$ | 2.705 |
| % DE ABSORCION $\%Abs=$ | 2.389 |

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO : ASTM C -128

Procedencia : Arena Achacachi

| MUESTRA | # 1 | # 2 |
|-------------------------------------|-------|-------|
| PESO RECIPIENTE (gr) | 153.8 | 147.8 |
| PESO FRASCO SECO (gr) | 154.7 | 154.7 |
| PESO FRASCO + AGUA (gr) | 654.7 | 654.7 |
| PESO MUESTRA SSS (gr) | 403.7 | 403.5 |
| PESO FRASCO + MUESTRA + AGUA (gr) | 905.6 | 905.3 |
| PESO MUESTRA SECA + RECIPIENTE (gr) | 548.3 | 542 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 |
|--------------------------------------|-------|-------|
| PESO MUESTRA SECA (gr) A= | 394.5 | 394.2 |
| PESO FRASCO + AGUA (gr) B= | 654.7 | 654.7 |
| PESO FRASCO + MUESTRA + AGUA (gr) C= | 905.6 | 905.3 |
| PESO MUESTRA SSS (gr) D= | 403.7 | 403.5 |

| | | |
|--|-------|-------|
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA $G_s=A/(B+D-C)$ | 2.582 | 2.578 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS $G_{sss}=D/(B+D-C)$ | 2.642 | 2.639 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE $G_{Ap}=D/(B+D-C)$ | 2.747 | 2.745 |
| % DE ABSORCION $\%Abs=(D-A)*100/A$ | 2.332 | 2.359 |

PROMEDIO

| | |
|---|-------|
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA $G_s=$ | 2.580 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS $G_{sss}=$ | 2.640 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE $G_{Ap}=$ | 2.746 |
| % DE ABSORCION $\%Abs=$ | 2.346 |

| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO : ASTM C -128

Procedencia : Arena AYO AYO

| MUESTRA | # 1 | # 2 |
|-------------------------------------|-------|-------|
| PESO RECIPIENTE (gr) | 153.8 | 154.7 |
| PESO FRASCO SECO (gr) | 154.7 | 154.7 |
| PESO FRASCO + AGUA (gr) | 654.8 | 654.8 |
| PESO MUESTRA SSS (gr) | 419.8 | 419.1 |
| PESO FRASCO + MUESTRA + AGUA (gr) | 909.7 | 909 |
| PESO MUESTRA SECA + RECIPIENTE (gr) | 561.8 | 562 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 |
|--------------------------------------|-------|-------|
| PESO MUESTRA SECA (gr) A= | 408 | 407.3 |
| PESO FRASCO + AGUA (gr) B= | 654.8 | 654.8 |
| PESO FRASCO + MUESTRA + AGUA (gr) C= | 909.7 | 909 |
| PESO MUESTRA SSS (gr) D= | 419.8 | 419.1 |

| | | | |
|--------------------------------|---------------------|-------|-------|
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA | $G_s=A/(B+D-C)$ | 2.474 | 2.470 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS | $G_{sss}=D/(B+D-C)$ | 2.546 | 2.542 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE | $G_{Ap}=D/(B+D-C)$ | 2.665 | 2.660 |
| % DE ABSORCION | $\%Abs=(D-A)*100/A$ | 2.892 | 2.897 |

PROMEDIO

| | | |
|--------------------------------|------------|-------|
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA | $G_s=$ | 2.472 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS | $G_{sss}=$ | 2.544 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE | $G_{Ap}=$ | 2.663 |
| % DE ABSORCION | $\%Abs=$ | 2.895 |

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO : ASTM C-127

Procedencia : Grava Vilaque TMN 3/4

DATOS

| MUESTRA | # 1 | # 2 |
|--|------|-------|
| PESO RECIPIENTE (gr) | 455 | 384.6 |
| PESO CANASTILLO SUMERGIDO (gr) | 767 | 767 |
| PESO MUESTRA SSS + RECIPIENTE (gr) | 6173 | 6177 |
| PESO MUESTRA SSS + CANASTILLO SUMERGIDO (gr) | 4314 | 4371 |
| PESO MUESTRA SECA+ RECIPIENTE (gr) | 6082 | 6089 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 |
|------------------------------------|------|--------|
| PESO MUESTRA SECA (gr) A= | 5627 | 5704.4 |
| PESO MUESTRA SSS (gr) B= | 5718 | 5792.4 |
| PESO MUESTRA SSS SUMERGIDO (gr) C= | 3547 | 3604 |

| | | | |
|--------------------------------|---------------------|-------|-------|
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA | $G_s=A/(B-C)$ | 2.592 | 2.607 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS | $G_{sss}=B/(B-C)$ | 2.634 | 2.647 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE | $G_{Ap}=A/(A-C)$ | 2.705 | 2.716 |
| % DE ABSORCION | $\%Abs=(B-A)*100/A$ | 1.617 | 1.543 |

PROMEDIO

| | | |
|--------------------------------|------------|-------|
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA | $G_s=$ | 2.599 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS | $G_{sss}=$ | 2.640 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE | $G_{Ap}=$ | 2.711 |
| % DE ABSORCION | $\%Abs=$ | 1.580 |

| | | |
|---|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO : ASTM C-127

Procedencia : Gravilla Agregado Achacachi TMN N° 4

DATOS

| MUESTRA | # 1 | # 2 |
|--|-------|-------|
| PESO RECIPIENTE (gr) | 342.5 | 326.8 |
| PESO CANASTILLO SUMERGIDO (gr) | 767 | 767 |
| PESO MUESTRA SSS + RECIPIENTE (gr) | 5453 | 4477 |
| PESO MUESTRA SSS + CANASTILLO SUMERGIDO (gr) | 3960 | 3363 |
| PESO MUESTRA SECA+ RECIPIENTE (gr) | 5351 | 4403 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 |
|------------------------------------|--------|--------|
| PESO MUESTRA SECA (gr) A= | 5008.5 | 4076.2 |
| PESO MUESTRA SSS (gr) B= | 5110.5 | 4150.2 |
| PESO MUESTRA SSS SUMERGIDO (gr) C= | 3193 | 2596 |

| | | |
|--|-------|-------|
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA $G_s=A/(B-C)$ | 2.612 | 2.623 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS $G_{sss}=B/(B-C)$ | 2.665 | 2.670 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE $G_{Ap}=A/(A-C)$ | 2.759 | 2.754 |
| % DE ABSORCION $\%Abs=(B-A)*100/A$ | 2.037 | 1.815 |

PROMEDIO

| | |
|---|-------|
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA $G_s=$ | 2.617 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS $G_{sss}=$ | 2.668 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE $G_{Ap}=$ | 2.756 |
| % DE ABSORCION $\%Abs=$ | 1.926 |

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO : ASTM C-127

Procedencia : Gravilla Agregado Achacachi TMN 3/8

DATOS

| MUESTRA | # 1 | # 2 |
|--|-------|-------|
| PESO RECIPIENTE (gr) | 455.1 | 405.6 |
| PESO CANASTILLO SUMERGIDO (gr) | 767 | 767 |
| PESO MUESTRA SSS + RECIPIENTE (gr) | 4951 | 4700 |
| PESO MUESTRA SSS + CANASTILLO SUMERGIDO (gr) | 3584 | 3468 |
| PESO MUESTRA SECA+ RECIPIENTE (gr) | 4877 | 4633 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 |
|------------------------------------|--------|--------|
| PESO MUESTRA SECA (gr) A= | 4421.9 | 4227.4 |
| PESO MUESTRA SSS (gr) B= | 4495.9 | 4294.4 |
| PESO MUESTRA SSS SUMERGIDO (gr) C= | 2817 | 2701 |

| | | |
|--|-------|-------|
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA $G_s=A/(B-C)$ | 2.634 | 2.653 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS $G_{sss}=B/(B-C)$ | 2.678 | 2.695 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE $G_{Ap}=A/(A-C)$ | 2.755 | 2.770 |
| % DE ABSORCION $\%Abs=(B-A)*100/A$ | 1.673 | 1.585 |

PROMEDIO

| | |
|---|-------|
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA $G_s=$ | 2.643 |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS $G_{sss}=$ | 2.687 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE $G_{Ap}=$ | 2.762 |
| % DE ABSORCION $\%Abs=$ | 1.629 |

| | | |
|---|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

PESO UNITARIO Y VACIO DE AGREGADO FINO : ASTM C-29

Procedencia : Arena Chacoma

DATOS

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 |
|--|------|------|------|
| PESO DEL RECIPIENTE (gr) | 1793 | 1793 | 1793 |
| PESO DEL RECIPIENTE+ MUESTRA SUELTA (gr) | 5761 | 5820 | 5855 |
| PESO DEL RECIPIENTE+ MUESTRA COMPACTA (gr) | 6336 | 6430 | 6417 |

| | |
|--------------------------------------|------|
| PESO RECIPIENTE + VIDRIO (gr) | 2380 |
| PESO RECIPIENTE + VIDRIO + AGUA (gr) | 5205 |
| TEMPERATURA AGUA (°C) | 12 |

| | |
|-----------------|-------|
| PESO ESPECIFICO | 2.540 |
|-----------------|-------|

| | | | |
|--|--------|-----------|--------|
| TEMPERATURA (°C) | 15.6 | 12 | 18.3 |
| PESO UNITARIO AGUA (Kg/ m ³) | 999.01 | 999.63667 | 998.54 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| PESO DE AGUA (Kg) | 2.825 |
| VOLUMEN RECIPIENTE (m ³) | 0.0028260 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 |
|----------------------------|-------|-------|-------|
| PESO MUESTRA SUELTA (Kg) | 3.968 | 4.027 | 4.062 |
| PESO MUESTRA COMPACTA (Kg) | 4.543 | 4.637 | 4.624 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| PESO UNITARIO SUELTO (Kg/ m3) | 1404.091 | 1424.969 | 1437.354 |
| PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/ m3) | 1607.557 | 1640.820 | 1636.219 |

| | |
|--|----------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO (Kg/ m3) | 1422.138 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/ m3) | 1628.199 |

| | |
|------------------------------|--------|
| % DE VACIO AGREGADO SUELTO | 43.999 |
| % DE VACIO AGREGADO COMPACTO | 35.885 |

PESO UNITARIO Y VACIO DE AGREGADO FINO : ASTM C-29

Procedencia : Arena Achacachi)

DATOS

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 |
|--|------|------|------|
| PESO DEL RECIPIENTE (gr) | 1793 | 1793 | 1793 |
| PESO DEL RECIPIENTE+ MUESTRA SUELTA (gr) | 6597 | 6683 | 6648 |
| PESO DEL RECIPIENTE+ MUESTRA COMPACTA (gr) | 6995 | 7041 | 7039 |

| | |
|--------------------------------------|------|
| PESO RECIPIENTE + VIDRIO (gr) | 2380 |
| PESO RECIPIENTE + VIDRIO + AGUA (gr) | 5205 |
| TEMPERATURA AGUA (°C) | 12 |

| | |
|-----------------|-------|
| PESO ESPECIFICO | 2.580 |
|-----------------|-------|

| | | | |
|--|--------|---------|--------|
| TEMPERATURA (°C) | 15.6 | 12 | 18.3 |
| PESO UNITARIO AGUA (Kg/ m ³) | 999.01 | 999.637 | 998.54 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| PESO DE AGUA (Kg) | 2.825 |
| VOLUMEN RECIPIENTE (m ³) | 0.0028260 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 |
|----------------------------|-------|-------|-------|
| PESO MUESTRA SUELTA (Kg) | 4.804 | 4.890 | 4.855 |
| PESO MUESTRA COMPACTA (Kg) | 5.202 | 5.248 | 5.246 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| PESO UNITARIO SUELTO (Kg/ m3) | 1699.913 | 1730.345 | 1717.960 |
| PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/ m3) | 1840.747 | 1857.024 | 1856.316 |

| | |
|--|----------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO (Kg/ m3) | 1716.072 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/ m3) | 1851.362 |

| | |
|------------------------------|--------|
| % DE VACIO AGREGADO SUELTO | 33.461 |
| % DE VACIO AGREGADO COMPACTO | 28.215 |

| | | |
|---|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

PESO UNITARIO Y VACIO DE AGREGADO FINO : ASTM C-29

Procedencia : Arena AYO AYO)

DATOS

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 | # 4 |
|--|------|------|------|------|
| PESO DEL RECIPIENTE (gr) | 1793 | 1793 | 1793 | 1793 |
| PESO DEL RECIPIENTE+ MUESTRA SUELTA (gr) | 5775 | 5785 | 5780 | |
| PESO DEL RECIPIENTE+ MUESTRA COMPACTA (gr) | 6165 | 6210 | 6215 | 6220 |

| | |
|--------------------------------------|------|
| PESO RECIPIENTE + VIDRIO (gr) | 2380 |
| PESO RECIPIENTE + VIDRIO + AGUA (gr) | 5205 |
| TEMPERATURA AGUA (°C) | 12 |

| | |
|-----------------|-------|
| PESO ESPECIFICO | 2.472 |
|-----------------|-------|

| | | | |
|--|--------|-----------|--------|
| TEMPERATURA (°C) | 15.6 | 12 | 18.3 |
| PESO UNITARIO AGUA (Kg/ m ³) | 999.01 | 999.63667 | 998.54 |

| | |
|---------------------------------------|-------------|
| PESO DE AGUA (Kg) | 2.825 |
| VOLUMEN RECIPIENTE (m ³) | 0.002826027 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 | # 4 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| PESO MUESTRA SUELTA (Kg) | 3.982 | 3.992 | 3.987 | |
| PESO MUESTRA COMPACTA (Kg) | 4.372 | 4.417 | 4.422 | 4.427 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 | # 4 |
|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| PESO UNITARIO SUELTO (Kg/ m3) | 1409.045 | 1412.584 | 1410.815 | |
| PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/ m3) | 1547.048 | 1562.972 | 1564.741 | 1566.510 |

| | |
|--|----------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO (Kg/ m3) | 1410.815 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/ m3) | 1560.318 |

| | |
|------------------------------|--------|
| % DE VACIO AGREGADO SUELTO | 42.910 |
| % DE VACIO AGREGADO COMPACTO | 36.860 |

PESO UNITARIO Y VACIO DE AGREGADO GRUESO : ASTM C-29

Procedencia : Grava Vilaque TMN 3/4

DATOS

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 |
|--|-------|-------|-------|
| PESO DEL RECIPIENTE (gr) | 6430 | 6430 | 6430 |
| PESO DEL RECIPIENTE+ MUESTRA SUELTA (gr) | 28010 | 27920 | 27980 |
| PESO DEL RECIPIENTE+ MUESTRA COMPACTA (gr) | 29320 | 29355 | 29365 |

| | |
|--------------------------------------|-------|
| PESO RECIPIENTE + VIDRIO (gr) | 7035 |
| PESO RECIPIENTE + VIDRIO + AGUA (gr) | 21352 |
| TEMPERATURA AGUA (°C) | 12 |

| | |
|-----------------|-------|
| PESO ESPECIFICO | 2.599 |
|-----------------|-------|

| | | | |
|--|--------|----------|--------|
| TEMPERATURA (°C) | 15.6 | 12 | 18.3 |
| PESO UNITARIO AGUA (Kg/ m ³) | 999.01 | 999.6367 | 998.54 |

| | |
|---------------------------------------|-------------|
| PESO DE AGUA (Kg) | 14.317 |
| VOLUMEN RECIPIENTE (m ³) | 0.014322204 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 |
|----------------------------|--------|--------|--------|
| PESO MUESTRA SUELTA (Kg) | 21.580 | 21.490 | 21.550 |
| PESO MUESTRA COMPACTA (Kg) | 22.890 | 22.925 | 22.935 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| PESO UNITARIO SUELTO (Kg/ m3) | 1506.751 | 1500.467 | 1504.657 |
| PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/ m3) | 1598.218 | 1600.661 | 1601.360 |

| | |
|--|----------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO (Kg/ m3) | 1503.958 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/ m3) | 1600.080 |

| | |
|------------------------------|--------|
| % DE VACIO AGREGADO SUELTO | 42.118 |
| % DE VACIO AGREGADO COMPACTO | 38.419 |

| | | |
|---|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

PESO UNITARIO Y VACIO DE AGREGADO : ASTM C-29

Procedencia : Gravilla Agregado Achacachi TMN 3/8)

DATOS

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| PESO DEL RECIPIENTE (gr) | 6430 | 6430 | 6430 | 6430 | 6430 |
| PESO DEL RECIPIENTE+ MUESTRA SUELTA (gr) | 34240 | 34265 | 34250 | 34205 | 34245 |
| PESO DEL RECIPIENTE+ MUESTRA COMPACTA (gr) | 35950 | 35945 | 35925 | 35940 | |

| | |
|--------------------------------------|-------|
| PESO RECIPIENTE + VIDRIO (gr) | 7035 |
| PESO RECIPIENTE + VIDRIO + AGUA (gr) | 21352 |
| TEMPERATURA AGUA (°C) | 12 |

| | |
|-----------------|-------|
| PESO ESPECIFICO | 2.643 |
|-----------------|-------|

| | | | |
|--|--------|----------|--------|
| TEMPERATURA (°C) | 15.6 | 12 | 18.3 |
| PESO UNITARIO AGUA (Kg/ m ³) | 999.01 | 999.6367 | 998.54 |

| | |
|---------------------------------------|------------|
| PESO DE AGUA (Kg) | 14.317 |
| VOLUMEN RECIPIENTE (m ³) | 0.01432220 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 |
|----------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| PESO MUESTRA SUELTA (Kg) | 27.81 | 27.835 | 27.82 | 27.775 | 27.815 |
| PESO MUESTRA COMPACTA (Kg) | 29.52 | 29.515 | 29.495 | 29.51 | |

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 |
|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PESO UNITARIO SUELTO (Kg/ m3) | 1941.740 | 1943.486 | 1942.439 | 1939.297 | 1942.089 |
| PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/ m3) | 2061.135 | 2060.786 | 2059.390 | 2060.437 | |

| | |
|--|----------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO (Kg/ m3) | 1941.810 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/ m3) | 2060.437 |

| | |
|------------------------------|--------|
| % DE VACIO AGREGADO SUELTO | 26.516 |
| % DE VACIO AGREGADO COMPACTO | 22.026 |

PESO UNITARIO Y VACIO DE AGREGADO GRUESO : ASTM C-29

Procedencia : Gravilla Agregado Achacachi TMN N° 4)

DATOS

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 |
|--|-------|-------|-------|
| PESO DEL RECIPIENTE (gr) | 6430 | 6430 | 6430 |
| PESO DEL RECIPIENTE+ MUESTRA SUELTA (gr) | 30715 | 30650 | 30730 |
| PESO DEL RECIPIENTE+ MUESTRA COMPACTA (gr) | 31410 | 31350 | 31325 |

| | |
|--------------------------------------|-------|
| PESO RECIPIENTE + VIDRIO (gr) | 7035 |
| PESO RECIPIENTE + VIDRIO + AGUA (gr) | 21352 |
| TEMPERATURA AGUA (°C) | 12 |

| | |
|-----------------|-------|
| PESO ESPECIFICO | 2.617 |
|-----------------|-------|

| | | | |
|--|--------|-----------|--------|
| TEMPERATURA (°C) | 15.6 | 12 | 18.3 |
| PESO UNITARIO AGUA (Kg/ m ³) | 999.01 | 999.63667 | 998.54 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| PESO DE AGUA (Kg) | 14.317 |
| VOLUMEN RECIPIENTE (m ³) | 0.0143222 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 |
|----------------------------|--------|--------|--------|
| PESO MUESTRA SUELTA (Kg) | 24.285 | 24.220 | 24.300 |
| PESO MUESTRA COMPACTA (Kg) | 24.980 | 24.920 | 24.895 |

| MUESTRA | # 1 | # 2 | # 3 |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| PESO UNITARIO SUELTO (Kg/ m3) | 1695.619 | 1691.081 | 1696.666 |
| PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/ m3) | 1744.145 | 1739.956 | 1738.210 |

| | |
|--|----------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO (Kg/ m3) | 1694.455 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTO (Kg/ m3) | 1740.770 |

| | |
|------------------------------|--------|
| % DE VACIO AGREGADO SUELTO | 35.237 |
| % DE VACIO AGREGADO COMPACTO | 33.467 |

| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| <i>U. M. S. A.</i> | <i>FACULTAD DE INGENIERIA</i> | <i>CARRERA: ING. CIVIL</i> |
| <i>INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO "</i> | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

Procedencia : Agregado Achacachi

Muestra : N° 1

DESGASTE DEL AGREGADO CON LA MAQUINA DE LOS ANGELES: ASTM C-131

| | | | |
|--------------------|--------------------------------|----|---|
| | NUMERO DE ESFERAS A COLOCAR 30 | | |
| | RPM | | |
| GRADACION | A | B | C |
| CARGA ABRASIVA CON | 12 | 11 | 8 |

GRADACION B

| N° | PASADO TAMIZ | RETENIDO TAMIZ | CANTIDAD (Kg) | CANTIDAD (Kg) |
|-----------------------------------|--------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 3/4 | 1/2 | 2501 | 2500.4 |
| 2 | 1/2 | 3/8 | 2499.9 | 2500 |
| PESO TOTAL (Kg) | | | 5000.9 | 5000.4 |
| RETENIDO TAMIZ DE CORTE N°12 (Kg) | | | 4210.8 | 4210.8 |
| DIFERENCIA (Gr) | | | 790.1 | 789.6 |
| DESGASTE (%)<50% | | | 15.80 | 15.79 |
| PROMEDIO DESGASTE (%)<50% | | | 15.79 | |

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N°200 : ASTM C-117

| NUMERO DE ENSAYO | MATERIAL | MUESTRA | PESO (Gr) | | PERDIDA (%) | LIMITES |
|------------------|----------|---------|-----------|--------|-------------|---------|
| | | | INICIAL | FINAL | | |
| 1 | GRAVA | RET N°4 | 4620.7 | 4585.5 | 0.76 | <1% |
| 2 | GRAVA | RET N°4 | 2574.7 | 2540.7 | 1.32 | <1% |
| 3 | GRAVA | RET N°4 | 2613.3 | 2581.1 | 1.23 | <1% |
| PROMEDIO | | | | | 1.10% | |

PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS

| PASA | | % RETENIDO PARCIAL | PESO (Gr) | | % PARTICULAS IRREGULARES |
|----------|----------|--------------------|-----------|-------------|--------------------------|
| PASA | RETENIDO | | REGULARES | IRREGULARES | |
| 1 | 3/4 | | | | |
| 3/4 | 1/2 | 50 | 510.6 | 264.9 | 48.12 |
| 1/2 | 3/8 | 32 | 322.7 | 174 | 46.08 |
| 3/8 | N°4 | 18 | 167.4 | 107.2 | 35.96 |
| PROMEDIO | | | | | 43.39 |

CARAS PRODUCIDAS POR FRACTURAS

| PASA | | RETENIDO (Gr) | PESO (Gr) | | % PARTICULAS FRACTURADAS |
|----------|----------|---------------|-----------|-------------|--------------------------|
| PASA | RETENIDO | | SANAS | FRACTURADAS | |
| 1 | 3/4 | | | | |
| 3/4 | 1/2 | 782 | 215.7 | 565.8 | 72.40 |
| 1/2 | 3/8 | 497 | 105.9 | 390.73 | 78.68 |
| 3/8 | N°4 | 274 | 55.6 | 218.7 | 79.73 |
| PROMEDIO | | | | | 76.94 |

| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| <i>U. M. S. A.</i> | <i>FACULTAD DE INGENIERIA</i> | <i>CARRERA: ING. CIVIL</i> |
| <i>INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO "</i> | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

Procedencia : Agregado Achacachi

Muestra : N° 2

DESGASTE DEL AGREGADO CON LA MAQUINA DE LOS ANGELES: ASTM C-131

| | | | | |
|--------------------|-----------------------------|----|---|----|
| | NUMERO DE ESFERAS A COLOCAR | | | 30 |
| | RPM | | | |
| GRADACION | A | B | C | |
| CARGA ABRASIVA CON | 12 | 11 | 8 | |

GRADACION B

| N° | PASADO TAMIZ | RETENIDO TAMIZ | CANTIDAD (Kg) | CANTIDAD (Kg) |
|-----------------------------------|--------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 3/4 | 1/2 | 2502 | 2515.23 |
| 2 | 1/2 | 3/8 | 2500 | 2500 |
| PESO TOTAL (Kg) | | | 5002 | 5015.23 |
| RETENIDO TAMIZ DE CORTE N°12 (Kg) | | | 4211.9 | 4218.65 |
| DIFERENCIA (Gr) | | | 790.1 | 796.58 |
| DESGASTE (%)<50% | | | 15.80 | 15.88 |
| PROMEDIO DESGASTE (%)<50% | | | 15.84 | |

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N°200 : ASTM C-117

| NUMERO DE ENSAYO | MATERIAL | MUESTRA | PESO (Gr) | | PERDIDA (%) | LIMITES |
|------------------|----------|---------|-----------|--------|-------------|---------|
| | | | INICIAL | FINAL | | |
| 1 | GRAVA | RET N°4 | 2913.7 | 2892.4 | 0.73 | <1% |
| 2 | GRAVA | RET N°4 | 2603.5 | 2592.2 | 0.43 | <1% |
| 3 | GRAVA | RET N°4 | 2753.6 | 2736.5 | 0.62 | <1% |
| PROMEDIO | | | | | 0.60% | |

PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS

| PASA | | % RETENIDO PARCIAL | PESO (Gr) | | % PARTICULAS IRREGULARES |
|----------|----------|--------------------|-----------|-------------|--------------------------|
| PASA | RETENIDO | | REGULARES | IRREGULARES | |
| 1 | 3/4 | | | | |
| 3/4 | 1/2 | 50 | 512.3 | 265.3 | 51.79 |
| 1/2 | 3/8 | 32 | 335.6 | 179.8 | 53.58 |
| 3/8 | N°4 | 18 | 174.3 | 112.7 | 64.66 |
| PROMEDIO | | | | | 56.68 |

CARAS PRODUCIDAS POR FRACTURAS

| PASA | | RETENIDO (Gr) | PESO (Gr) | | % PARTICULAS FRACTURADAS |
|----------|----------|---------------|-----------|-------------|--------------------------|
| PASA | RETENIDO | | SANAS | FRACTURADAS | |
| 1 | 3/4 | | | | |
| 3/4 | 1/2 | 806 | 217.8 | 585.9 | 72.90 |
| 1/2 | 3/8 | 507 | 115.8 | 397.3 | 77.43 |
| 3/8 | N°4 | 283 | 63.4 | 225.3 | 78.04 |
| PROMEDIO | | | | | 76.12 |

| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| <i>U. M. S. A.</i> | <i>FACULTAD DE INGENIERIA</i> | <i>CARRERA: ING. CIVIL</i> |
| <i>INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO "</i> | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

Procedencia : Agregado Vilaque

Muestra : N° 1

DESGASTE DEL AGREGADO CON LA MAQUINA DE LOS ANGELES: ASTM C-131

| | | | | |
|--------------------|------------------------------------|----|---|----|
| | NUMERO DE ESFERAS A COLOCAR RPM | | | 30 |
| GRADACION | A | B | C | |
| CARGA ABRASIVA CON | 12 | 11 | 8 | |

GRADACION B

| N° | PASADO TAMIZ | RETENIDO TAMIZ | CANTIDAD (Kg) | CANTIDAD (Kg) |
|-----------------------------------|--------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 3/4 | 1/2 | 2513.9 | 2500 |
| 2 | 1/2 | 3/8 | 2501.4 | 2500.3 |
| PESO TOTAL (Kg) | | | 5015.3 | 5000.3 |
| RETENIDO TAMIZ DE CORTE N°12 (Kg) | | | 4263.1 | 4032.4 |
| DIFERENCIA (Gr) | | | 752.2 | 967.9 |
| DESGASTE (%)<50% | | | 15.00 | 19.36 |
| PROMEDIO DESGASTE (%)<50% | | | 17.18 | |

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N°200 : ASTM C-117

| NUMERO DE ENSAYO | MATERIAL | MUESTRA | PESO (Gr) | | PERDIDA (%) | LIMITES |
|------------------|----------|---------|-----------|--------|-------------|---------|
| | | | INICIAL | FINAL | | |
| 1 | GRAVA | RET N°4 | 4738.9 | 4687.5 | 1.08 | <1% |
| 2 | GRAVA | RET N°4 | 3854.2 | 3806.2 | 1.25 | <1% |
| 3 | GRAVA | RET N°4 | 2987.4 | 2950.4 | 1.24 | <1% |
| PROMEDIO | | | | | 1.19% | |

PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS

| PASA | | % RETENIDO PARCIAL | PESO (Gr) | | % PARTICULAS IRREGULARES |
|----------|----------|--------------------|-----------|-------------|--------------------------|
| PASA | RETENIDO | | REGULARES | IRREGULARES | |
| 1 | 3/4 | | | | |
| 3/4 | 1/2 | 53 | 701.8 | 315.6 | 44.97 |
| 1/2 | 3/8 | 33 | 463.2 | 240.6 | 51.94 |
| 3/8 | N°4 | 14 | 185.4 | 107.2 | 57.82 |
| PROMEDIO | | | | | 51.58 |

CARAS PRODUCIDAS POR FRACTURAS

| PASA | | RETENIDO (Gr) | PESO (Gr) | | % PARTICULAS FRACTURADAS |
|----------|----------|---------------|-----------|-------------|--------------------------|
| PASA | RETENIDO | | SANAS | FRACTURADAS | |
| 1 | 3/4 | | | | |
| 3/4 | 1/2 | 855.4 | 259.2 | 609.3 | 70.16 |
| 1/2 | 3/8 | 570.4 | 149.4 | 434.23 | 74.40 |
| 3/8 | N°4 | 347.4 | 99.1 | 262.2 | 72.57 |
| PROMEDIO | | | | | 72.38 |

| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| <i>U. M. S. A.</i> | <i>FACULTAD DE INGENIERIA</i> | <i>CARRERA: ING. CIVIL</i> |
| <i>INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO "</i> | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

Procedencia : Agregado Vilaque

Muestra : N° 2

DESGASTE DEL AGREGADO CON LA MAQUINA DE LOS ANGELES: ASTM C-131

| | | | | |
|--------------------|-----------------------------|----|---|----|
| | NUMERO DE ESFERAS A COLOCAR | | | 30 |
| | RPM | | | |
| GRADACION | A | B | C | |
| CARGA ABRASIVA CON | 12 | 11 | 8 | |

GRADACION B

| N° | PASADO TAMIZ | RETENIDO TAMIZ | CANTIDAD (Kg) | CANTIDAD (Kg) |
|-----------------------------------|--------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 3/4 | 1/2 | 1250 | 1250 |
| 2 | 1/2 | 3/8 | 1250 | 1250 |
| PESO TOTAL (Kg) | | | 2500 | 2500 |
| RETENIDO TAMIZ DE CORTE N°12 (Kg) | | | 2055 | 2060.5 |
| DIFERENCIA (Gr) | | | 445 | 439.5 |
| DESGASTE (%)<50% | | | 17.80 | 17.58 |
| PROMEDIO DESGASTE (%)<50% | | | 17.69 | |

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N°200 : ASTM C-117

| NUMERO DE ENSAYO | MATERIAL | MUESTRA | PESO (Gr) | | PERDIDA (%) | LIMITES |
|------------------|----------|---------|-----------|--------|-------------|---------|
| | | | INICIAL | FINAL | | |
| 1 | GRAVA | RET N°4 | 4620.7 | 4585.5 | 0.76 | <1% |
| 2 | GRAVA | RET N°4 | 2574.7 | 2540.7 | 1.32 | <1% |
| 3 | GRAVA | RET N°4 | 2613.3 | 2581.1 | 1.23 | <1% |
| PROMEDIO | | | | | 1.10% | |

PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS

| PASA | | % RETENIDO PARCIAL | PESO (Gr) | | % PARTICULAS IRREGULARES |
|----------|----------|--------------------|-----------|-------------|--------------------------|
| PASA | RETENIDO | | REGULARES | IRREGULARES | |
| 1 | 3/4 | | | | |
| 3/4 | 1/2 | 54 | 714.3 | 328.1 | 45.93 |
| 1/2 | 3/8 | 34 | 475.7 | 253.1 | 53.21 |
| 3/8 | N°4 | 12 | 197.9 | 119.7 | 60.49 |
| PROMEDIO | | | | | 53.21 |

CARAS PRODUCIDAS PO FRACTURAS

| PASA | | RETENIDO (Gr) | PESO (Gr) | | % PARTICULAS FRACTURADAS |
|----------|----------|---------------|-----------|-------------|--------------------------|
| PASA | RETENIDO | | SANAS | FRACTURADAS | |
| 1 | 3/4 | | | | |
| 3/4 | 1/2 | 782 | 215.7 | 565.8 | 72.40 |
| 1/2 | 3/8 | 497 | 105.9 | 390.73 | 78.68 |
| 3/8 | N°4 | 274 | 55.6 | 218.7 | 79.73 |
| PROMEDIO | | | | | 76.94 |

| | | |
|---|-------------------------------|----------------------------|
| <i>U. M. S. A.</i> | <i>FACULTAD DE INGENIERIA</i> | <i>CARRERA: ING. CIVIL</i> |
| <i>INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO"</i> | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

MATERIAL MAS FINO QUEEL TAMIZ N° 200 : ASTM C-117

Procedencia : Agregado Achacachi

| MATERIAL | MUESTRA | PESO (Gr) | | PERDIDA (%) | PROMEDIO (%) |
|----------|---------|-----------|--------|------------------|-------------------|
| | | INICIAL | FINAL | | |
| ARENA | 1 | 2909.1 | 2846.1 | 2.17% | 2.11% |
| ARENA | 2 | 2959.3 | 2898.7 | 2.05% | |

MATERIAL MAS FINO QUEEL TAMIZ N° 200 : ASTM C-117

Procedencia : Arena Chacoma

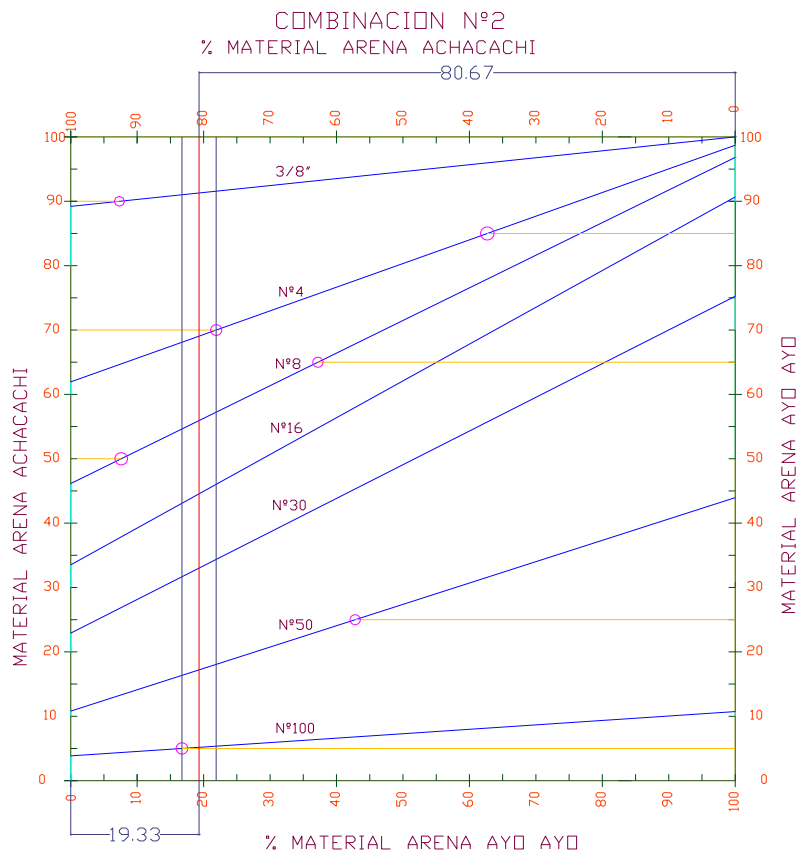
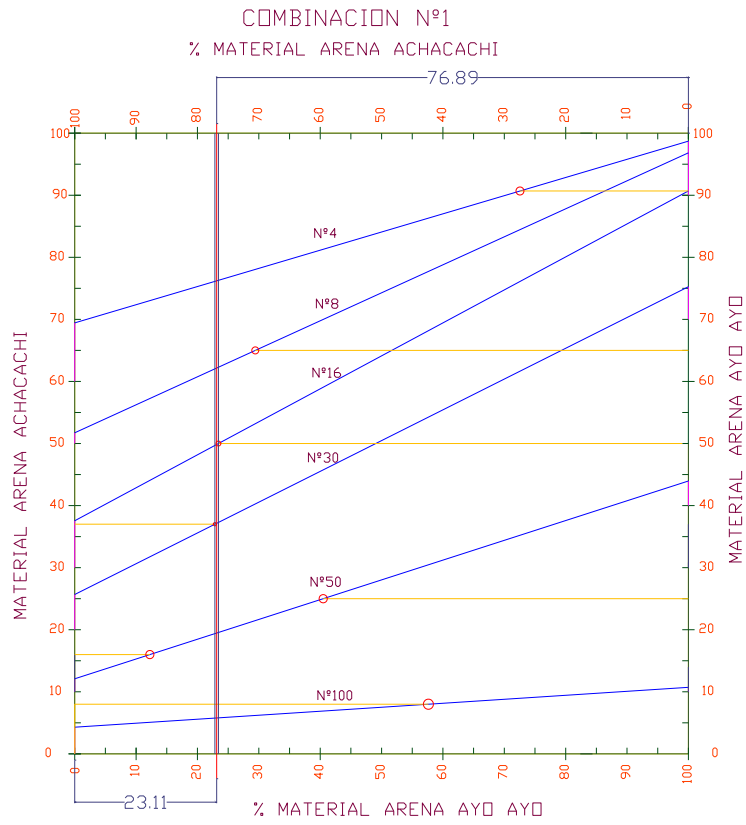
| MATERIAL | MUESTRA | PESO (Gr) | | PERDIDA (%) | PROMEDIO (%) |
|----------|---------|-----------|--------|------------------|-------------------|
| | | INICIAL | FINAL | | |
| ARENA | 1 | 617.1 | 581.6 | 5.75% | 5.85% |
| ARENA | 2 | 662.3 | 622.85 | 5.96% | |

MATERIAL MAS FINO QUEEL TAMIZ N° 200 : ASTM C-117

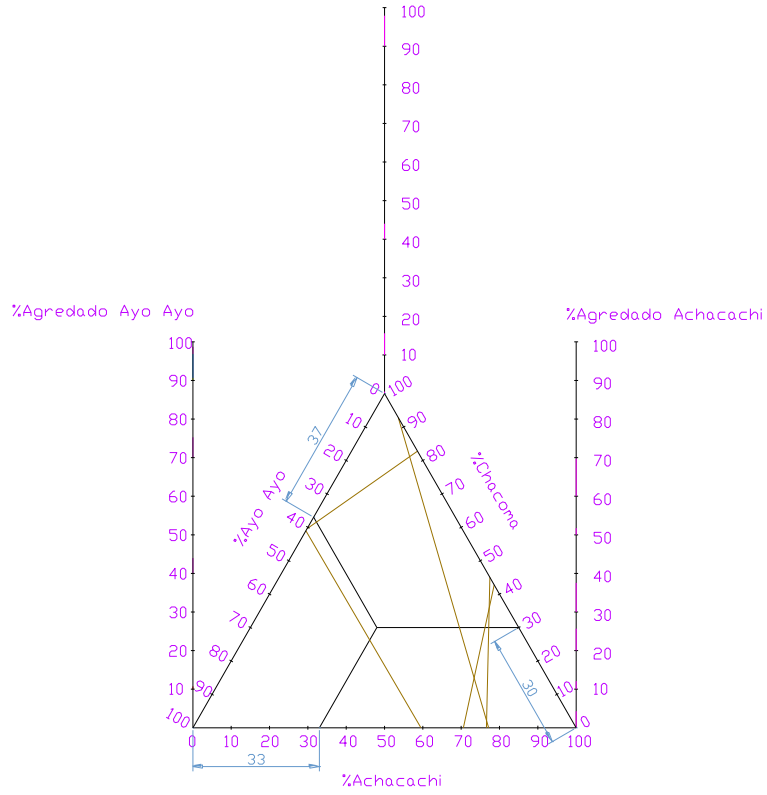
Procedencia : Arena Ayo Ayo

| MATERIAL | MUESTRA | PESO (Gr) | | PERDIDA (%) | PROMEDIO (%) |
|----------|---------|-----------|-------|------------------|-------------------|
| | | INICIAL | FINAL | | |
| ARENA | 1 | 995.5 | 972.1 | 2.35% | 2.35% |
| ARENA | 2 | 998.1 | 974.7 | 2.34% | |

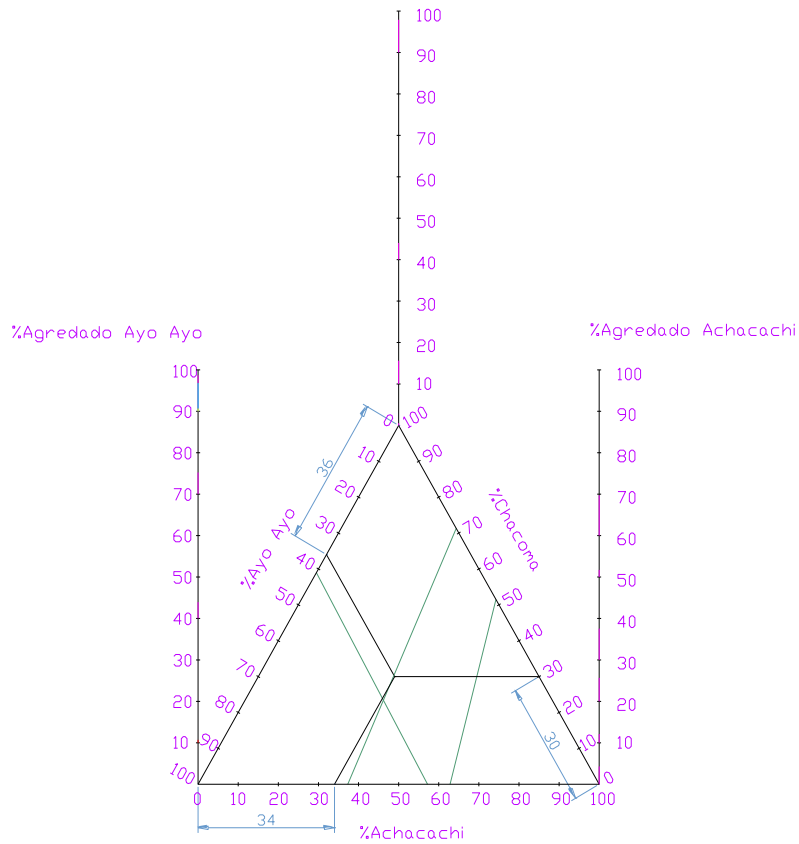
METODOS GRAFICOS DESARROLLADOS PARA LA UNION DE ARIDOS, MONOGRAMA - TRIANGULO DE FERET

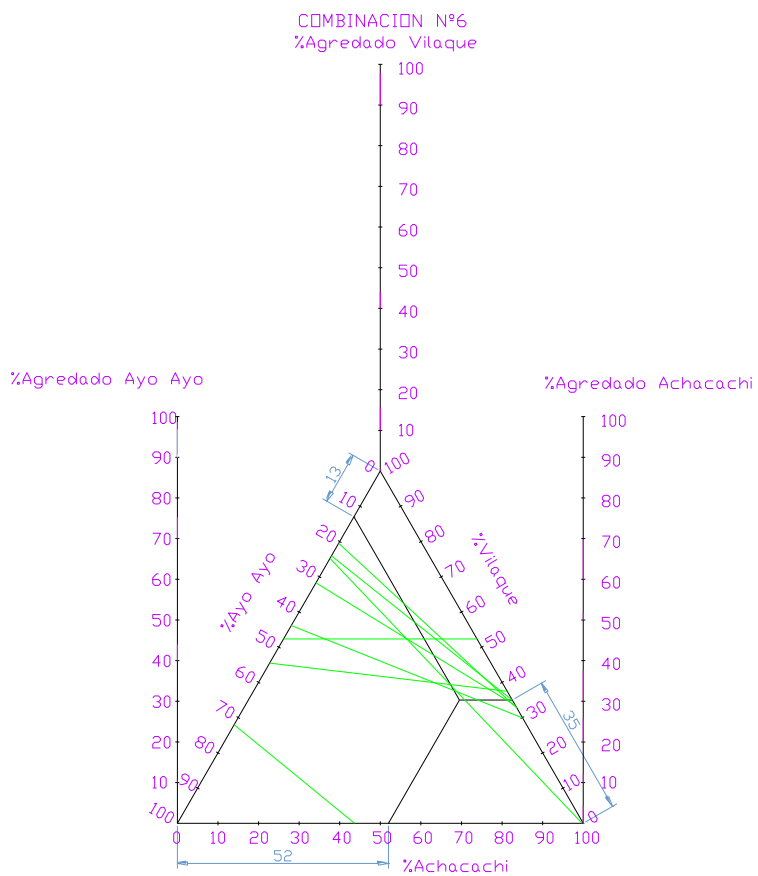
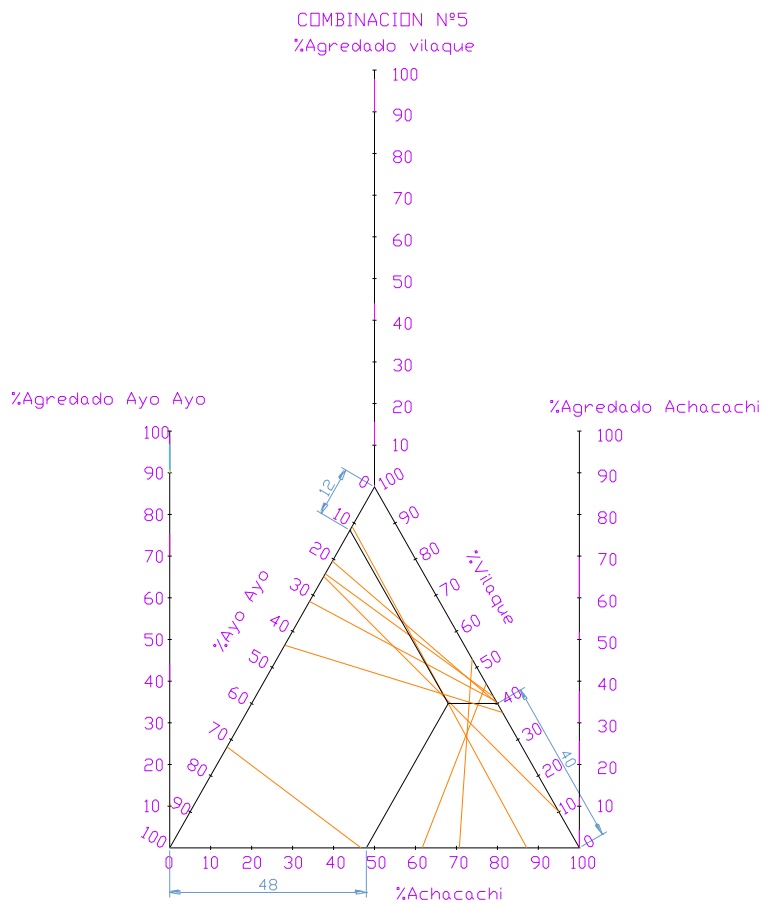


COMBINACION N°3
%Agredado Chacoma



COMBINACION N°4
%Agredado Chacoma





2.-Elaboración de Mezclas de prueba en laboratorio

La disposición de agregados, la determinación fija de cantidad de cemento, la relación agua cemento inicia el proceso de hallar cantidades de componentes de hormigón y realizar mezclas, en este anexo se muestra las mezclas de prueba realizadas en laboratorio.

En su integridad este anexo esta los datos procesos realizados para la dosificación, las mezclas de prueba, los ensayos de hormigón fresco definiendo el peso unitario fresco de hormigón, el ensayo Vebe y la elaboración de probetas cilíndricas para ensayos a compresión.

Dosificaciones

- Cantidad de cemento definido en peso kg por m³ de hormigón.
- Relación de agua cemento en rango de 0.35 a 0.56.
- Dosificación para diferentes tamaños máximos de agregado (TMN) 3 / 4", 3/8" y N^o4.
- Consistencia seca del hormigón.
- Requerimiento de resistencia bajo referencia de parámetros de normas extranjeras para adoquines en rango de 25 a 45 MPa.
- Método de dosificación considera como datos de partida la cantidad de cemento y la relación agua cemento (a/c), datos que sirven de base para determinar la cantidad de los diferentes componentes del hormigón.

Peso unitario fresco

En esta sección se obtiene el peso unitario del hormigón fresco de las mezclas de prueba, datos que se presentan en cuadros donde se define la densidad del hormigón y estos resultados se relacionan mediante gráficas, en correspondencia con la relación agua cemento (a/c).

Vebe

Para hormigones secos el método Vebe representa la forma más adecuada para medir la consistencia de hormigón seco, en esta sección se tiene el tiempo en que el tronco de cono de hormigón fresco moldeado en una mesa vibrante y con contrapeso se compacta, realizando la medida del tiempo Vebe desde el inicio de vibrado hasta que el hormigón está en superficie compactado horizontal. Los tiempos hallados se han relacionado con la relación agua cemento(a/c).

Resistencia a compresión de probetas

Mediante la resistencia a compresión en probetas cilíndricas se tiene valores que determinan la calidad de mezcla y la característica de la resistencia de hormigones secos confeccionados en laboratorio.

| | | |
|---|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA

Dosificacion # 1

MATERIALES

| Cantidad de Cemento kg/m ³ Hº | Combinacion de Agregados | % Grava | % Arena | % Arena |
|--|--------------------------|-----------|-----------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo |
| 473 | Nº 2 | 38.05% | 61.95% | |
| | | 80.67% | | 19.33% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | | |
|-----------------------------|--------------------|-------------|------------------------------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.48 | |
| Cemento | C = | 473 | |
| Cantidad de agua | a = | 227.04 | kg / m ³ Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.227 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.157 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen total de agregado | V _{B+A} = | 0.586 | m ³ / m ³ Hº |
| Cantidada de agregado total | P _{B+A} = | 1509.871034 | kg / m ³ Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|------------------------|
| Agua | 227.040 | kg / m ³ Hº |
| Cemento | 473.000 | kg / m ³ Hº |
| Agregado Achacachi | 1218.013 | kg / m ³ Hº |
| Arena Ayo Ayo | 291.858 | kg / m ³ Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA

Dosificacion # 2

MATERIALES

| Cantidad de Cemento kg/m ³ Hº | Combinacion de Agregados | % Grava | % Arena | % Arena |
|--|--------------------------|-----------|-----------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo |
| 350 | Nº 1 | 30.56% | 69.44% | |
| | | 76.89% | | 23.11% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | Nº4 | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | | |
|-----------------------------|--------------------|----------|------------------------------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.38 | |
| Cemento | C = | 350 | |
| Cantidad de agua | a = | 133 | kg / m ³ Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.133 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.116 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen total de agregado | V _{B+A} = | 0.721 | m ³ / m ³ Hº |
| Cantidada de agregado total | P _{B+A} = | 1847.008 | kg / m ³ Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|------------------------|
| Agua | 133.000 | kg / m ³ Hº |
| Cemento | 350.000 | kg / m ³ Hº |
| Agregado Achacachi | 1420.165 | kg / m ³ Hº |
| Arena Ayo Ayo | 426.844 | kg / m ³ Hº |

| | | |
|---|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA

Dosificacion # 3

MATERIALES

| Cantidad de Cemento kg/m ³ Hº | Combinacion de Agregados | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo |
|--|--------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 473 | Nº 1 | 30.56% | 69.44% | |
| | | 76.89% | | 23.11% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | Nº4 | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|------------------------------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.43 | |
| Cemento | C = | 473 | |
| Cantidad de agua | a = | 203.39 | kg / m ³ Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.203 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.157 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.609 | m ³ / m ³ Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1561.896 | kg / m ³ Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|------------------------|
| Agua | 203.390 | kg / m ³ Hº |
| Cemento | 473.000 | kg / m ³ Hº |
| Agregado Achacachi | 1200.942 | kg / m ³ Hº |
| Arena Ayo Ayo | 360.954 | kg / m ³ Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA

Dosificacion # 4

MATERIALES

| Cantidad de Cemento kg/m ³ Hº | Combinacion de Agregados | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo |
|--|--------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 250 | Nº 2 | 38.05% | 61.95% | |
| | | 80.67% | | 19.33% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|------------------------------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.51 | |
| Cemento | C = | 250 | |
| Cantidad de agua | a = | 127.5 | kg / m ³ Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.128 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.083 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.759 | m ³ / m ³ Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1957.371 | kg / m ³ Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|------------------------|
| Agua | 127.500 | kg / m ³ Hº |
| Cemento | 250.000 | kg / m ³ Hº |
| Agregado Achacachi | 1579.012 | kg / m ³ Hº |
| Arena Ayo Ayo | 378.360 | kg / m ³ Hº |

| | | |
|---|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA

Dosificacion # 5

MATERIALES

| Cantidad de Cemento kg/m ³ Hº | Combinacion de Agregados | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo |
|--|--------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 350 | Nº 2 | 38.05% | 61.95% | |
| | | 80.67% | | 19.33% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|------------------------------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.42 | |
| Cemento | C = | 350 | |
| Cantidad de agua | a = | 147 | kg / m ³ Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.147 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.116 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen total de agregado | V _{B+A} = | 0.707 | m ³ / m ³ Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{B+A} = | 1821.486 | kg / m ³ Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|------------------------|
| Agua | 147.000 | kg / m ³ Hº |
| Cemento | 350.000 | kg / m ³ Hº |
| Agregado Achacachi | 1469.392 | kg / m ³ Hº |
| Arena Ayo Ayo | 352.093 | kg / m ³ Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA

Dosificacion #6

MATERIALES

| Cantidad de Cemento kg/m ³ Hº | Combinacion de Agregados | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo |
|--|--------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 375 | Nº 2 | 38.05% | 61.95% | |
| | | 80.67% | | 19.33% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|------------------------------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.46 | |
| Cemento | C = | 375 | |
| Cantidad de agua | a = | 172.5 | kg / m ³ Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.173 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.125 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen total de agregado | V _{B+A} = | 0.673 | m ³ / m ³ Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{B+A} = | 1734.356 | kg / m ³ Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|------------------------|
| Agua | 172.500 | kg / m ³ Hº |
| Cemento | 375.000 | kg / m ³ Hº |
| Agregado Achacachi | 1399.105 | kg / m ³ Hº |
| Arena Ayo Ayo | 335.251 | kg / m ³ Hº |

| | | |
|---|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA

Dosificacion # 7

MATERIALES

| Cantidad de Cemento kg/m ³ Hº | Combinacion de Agregados | % Grava | | % Arena | |
|--|--------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo |
| 250 | Nº 1 | 30.56% | 69.44% | | |
| | | 76.89% | | 23.11% | |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | Nº4 | | | |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | |
|-----------------------|--------|------|
| Asentamiento | As = | 0 |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.53 |
| Cemento | C = | 250 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|------------------------------------|
| Cantidad de agua | a = | 132.5 | kg / m ³ Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.133 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.083 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.754 | m ³ / m ³ Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1933.430 | kg / m ³ Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|------------------------|
| Agua | 132.500 | kg / m ³ Hº |
| Cemento | 250.000 | kg / m ³ Hº |
| Agregado Achacachi | 1486.614 | kg / m ³ Hº |
| Arena Ayo Ayo | 446.816 | kg / m ³ Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA

Dosificacion # 8

MATERIALES

| Cantidad de Cemento kg/m ³ Hº | Combinacion de Agregados | % Grava | | % Arena | |
|--|--------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo |
| 250 | Nº 1 | 30.56% | 69.44% | | |
| | | 76.89% | | 23.11% | |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | Nº4 | | | |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | |
|-----------------------|--------|-----|
| Asentamiento | As = | 0 |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.5 |
| Cemento | C = | 375 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|------------------------------------|
| Cantidad de agua | a = | 187.5 | kg / m ³ Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.188 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.125 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m ³ / m ³ Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.658 | m ³ / m ³ Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1686.055 | kg / m ³ Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|------------------------|
| Agua | 187.500 | kg / m ³ Hº |
| Cemento | 375.000 | kg / m ³ Hº |
| Agregado Achacachi | 1296.408 | kg / m ³ Hº |
| Arena Ayo Ayo | 389.647 | kg / m ³ Hº |

| | | |
|--|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

| Dosificacion # 1 | | | | | | | |
|--------------------|--------|------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------|
| TMN = 3/8 | | | | | | | |
| Materiales | | Dosificacion para 1 m3 | Dosificacion para 50 litros | % Absorcion | % humedad | Cantidades Corregidas P / 50 lit | Cantidades finales P / 50 lit |
| Agua | { L } | 227.040 | 11.352 | | | 9.681 | 9.681 |
| Cemento | { kg } | 473.000 | 23.650 | | | 23.650 | 23.650 |
| Agregado Achacachi | { kg } | 1218.013 | 60.901 | 2.073% | 4.30% | 63.519 | 63.519 |
| Arena Ayo Ayo | { kg } | 291.858 | 14.593 | 2.895% | 5.05% | 15.330 | 15.330 |
| Relacion a/c | | 0.480 | | | | | 0.480 |

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON

| Dosificacion | Edad | TMN | Designacion Probeta | Altura H (cm) | Perimetro P (cm) | Peso W (gr) | Carga Rotura kN | Area A (cm 2) | PU kg / m3 | Resistencia compresion Mpa | Resistencia compresion Mpa |
|-----------------|---------|-----|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosificacion #1 | 7 dias | 3/8 | 6 | 19.9 | 32.3 | 3793 | 252 | 83.02 | 2295.80 | 30.34 | 30.131 |
| Dosificacion #1 | 7 dias | 3/8 | 9 | 20.1 | 32.4 | 3788 | 250 | 83.54 | 2255.97 | 29.92 | |
| Dosificacion #1 | 14 dias | 3/8 | 5 | 20.1 | 32.1 | 3781 | 284 | 82.00 | 2294.09 | 34.62 | 34.990 |
| Dosificacion #1 | 14 dias | 3/8 | 10 | 20.1 | 32.1 | 3799 | 290 | 82.00 | 2305.01 | 35.36 | |
| Dosificacion #1 | 28 dias | 3/8 | 3 | 20 | 32.1 | 3794 | 288 | 82.00 | 2313.49 | 35.11 | 36.336 |
| Dosificacion #1 | 28 dias | 3/8 | 7 | 19.9 | 32.2 | 3813 | 310 | 82.51 | 2322.27 | 37.56 | |

| Dosificacion # 4 | | | | | | | |
|--------------------|--------|------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------|
| TMN = 3/8 | | | | | | | |
| Materiales | | Dosificacion para 1 m3 | Dosificacion para 50 litros | % Absorcion | % humedad | Cantidades Corregidas P / 50 lit | Cantidades finales P / 50 lit |
| Agua | { L } | 127.500 | 6.375 | | | 8.559 | 8.559 |
| Cemento | { kg } | 250.000 | 12.5 | | | 12.500 | 12.500 |
| Agregado Achacachi | { kg } | 1579.012 | 78.95057912 | 2.073% | 0.00% | 78.951 | 78.951 |
| Arena Ayo Ayo | { kg } | 378.360 | 18.91799547 | 2.895% | 0.00% | 18.918 | 18.918 |
| Relacion a/c | | 0.510 | | | | | 0.510 |

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON

| Dosificacion | Edad | TMN | Designacion Probeta | Altura H (cm) | Perimetro P (cm) | Peso W (gr) | Carga Rotura kN | Area A (cm 2) | PU kg / m3 | Resistencia compresion Mpa | Resistencia compresion Mpa |
|------------------|---------|-----|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosificacion # 4 | 7 dias | 3/8 | A-2 | 20.4 | 32 | 3865 | 103 | 81.49 | 2325.03 | 12.64 | 12.98186 |
| Dosificacion # 4 | 7 dias | 3/8 | A-4 | 20 | 32.2 | 3785 | 110 | 82.51 | 2293.69 | 13.33 | |
| Dosificacion # 4 | 14 dias | 3/8 | A-3 | 20.1 | 32.2 | 3782 | 108 | 82.51 | 2280.47 | 13.09 | 17.81062 |
| Dosificacion # 4 | 14 dias | 3/8 | A-5 | 20.2 | 32.2 | 3886 | 186 | 82.51 | 2331.58 | 22.54 | |
| Dosificacion # 4 | 28 dias | 3/8 | A-7 | 20 | 32.1 | 3797 | 210 | 82.00 | 2315.32 | 25.60 | 26.43184 |
| Dosificacion # 4 | 28 dias | 3/8 | A-8 | 20.3 | 32.2 | 3879 | 225 | 82.51 | 2315.91 | 27.26 | |

| | | |
|--|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

| Dosificación #6 | | | | | | |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------|
| TMN = 3/8 | | | | | | |
| Materiales | Dosificación para 1 m3 | Dosificación para 50 litros | % Absorción | % humedad | Cantidades Corregidas P / 50 lit | Cantidades finales P / 50 lit |
| Agua { L } | 172.500 | 8.625 | | | 10.662 | 10.662 |
| Cemento { kg } | 375.000 | 18.750 | | | 18.750 | 18.750 |
| Agregado Achacachi { kg } | 1399.105 | 69.955 | 2.218% | 0.00% | 69.955 | 69.955 |
| Arena Ayo Ayo { kg } | 335.251 | 16.763 | 2.895% | 0.00% | 16.763 | 16.763 |
| Relación a/c | 0.460 | | | | | 0.460 |

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON

| Dosificación | Edad | TMN | Designación Probeta | Altura H (cm) | Perímetro P (cm) | Peso W (gr) | Carga Rotura kN | Área A (cm 2) | PU kg / m3 | Resistencia compresión Mpa | Resistencia compresión Mpa |
|-----------------|---------|-----|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosificación #6 | 7 días | 3/8 | 1 | 30.1 | 48.6 | 13199 | 446 | 187.96 | 2332.98 | 23.72 | 23.72 |
| Dosificación #6 | 14 días | 3/8 | 2 | 30.2 | 48.4 | 13222 | 524 | 186.42 | 2348.60 | 28.10 | 28.10 |
| Dosificación #6 | 28 días | 3/8 | 4 | 30 | 48.5 | 13220 | 581 | 187.19 | 2354.16 | 31.03 | 31.03 |

| Dosificación # 5 | | | | | | |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------|
| TMN = 3/8 | | | | | | |
| Materiales | Dosificación para 1 m3 | Dosificación para 50 litros | % Absorción | % humedad | Cantidades Corregidas P / 50 lit | Cantidades finales P / 50 lit |
| Agua { L } | 147.000 | 7.350 | | | 6.542 | 6.542 |
| Cemento { kg } | 350.000 | 17.500 | | | 17.500 | 17.500 |
| Agregado Achacachi { kg } | 1469.392 | 73.470 | 2.073% | 3.10% | 75.747 | 75.747 |
| Arena Ayo Ayo { kg } | 352.093 | 17.605 | 2.895% | 3.20% | 18.168 | 18.168 |
| Relación a/c | 0.420 | | | | | 0.420 |

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON

| Dosificación | Edad | TMN | Designación Probeta | Altura H (cm) | Perímetro P (cm) | Peso W (gr) | Carga Rotura kN | Área A (cm 2) | PU kg / m3 | Resistencia compresión Mpa | Resistencia compresión Mpa |
|------------------|---------|-----|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosificación # 5 | 7 días | 3/8 | B-6 | 20 | 32 | 3603 | 96 | 81.49 | 2210.77 | 11.78 | 11.741 |
| Dosificación # 5 | 7 días | 3/8 | B-3 | 20.1 | 32.1 | 3661 | 96 | 82.00 | 2221.28 | 11.70 | |
| Dosificación # 5 | 14 días | 3/8 | B-1 | 20.1 | 32.1 | 3808 | 162 | 82.00 | 2310.47 | 19.75 | 22.839 |
| Dosificación # 5 | 14 días | 3/8 | B-4 | 19.9 | 32.2 | 3833 | 214 | 82.51 | 2334.45 | 25.93 | |
| Dosificación # 5 | 28 días | 3/8 | B-7 | 20 | 32 | 3841 | 230 | 81.49 | 2356.81 | 28.22 | 28.433 |
| Dosificación # 5 | 28 días | 3/8 | B-8 | 20.1 | 32.1 | 3798 | 235 | 82.00 | 2304.40 | 28.65 | |

| | | |
|--|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

| Dosificacion # 2 | | | | | | |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------|
| TMN = Nº 4 | | | | | | |
| Materiales | Dosificacion para 1 m3 | Dosificacion para 50 litros | % Absorcion | % humedad | Cantidades Corregidas P / 50 lit | Cantidades finales P / 50 lit |
| Agua { L } | 133.000 | 6.650 | | | 6.885 | 6.885 |
| Cemento { kg } | 350.000 | 17.500 | | | 17.500 | 17.500 |
| Agregado Achacachi { kg } | 1420.165 | 71.008 | 2.218% | 1.24% | 71.889 | 71.889 |
| Arena Ayo Ayo { kg } | 426.844 | 21.342 | 2.895% | 5.05% | 22.420 | 22.420 |
| Relacion a/c | 0.380 | | | | | 0.380 |

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON

| Dosificacion | Edad | TMN | Designacion Probeta | Altura H (cm) | Perimetro P (cm) | Peso W (gr) | Carga Rotura kN | Area A (cm 2) | PU kg / m3 | Resistencia compresion Mpa | Resistencia compresion Mpa |
|-----------------|---------|------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosificacion #2 | 7 dias | Nº 4 | A-1 | 20.2 | 32.2 | 3851 | 306 | 82.51 | 2310.58 | 37.08 | 37.075 |
| Dosificacion #2 | 14 dias | Nº 4 | A-3 | 20.2 | 32.1 | 3837 | 340 | 82.00 | 2316.54 | 41.45 | 41.452 |
| Dosificacion #2 | 28 dias | Nº 4 | A-2 | 20.3 | 32.1 | 3906 | 340 | 82.00 | 2346.58 | 41.45 | 40.111 |
| Dosificacion #2 | 28 dias | Nº 4 | A-5 | 20 | 32.1 | 3832 | 318 | 82.00 | 2336.66 | 38.77 | |

| Dosificacion # 3 | | | | | | |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------|
| TMN = Nº 4 | | | | | | |
| Materiales | Dosificacion para 1 m3 | Dosificacion para 50 litros | % Absorcion | % humedad | Cantidades Corregidas P / 50 lit | Cantidades finales P / 50 lit |
| Agua { L } | 203.390 | 10.170 | | | 10.368 | 10.368 |
| Cemento { kg } | 473.000 | 23.650 | | | 23.650 | 23.650 |
| Agregado Achacachi { kg } | 1200.942 | 60.047 | 2.218% | 1.24% | 60.792 | 60.792 |
| Arena Ayo Ayo { kg } | 360.954 | 18.048 | 2.895% | 5.05% | 18.959 | 18.959 |
| Relacion a/c | 0.430 | | | | | 0.430 |

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON

| Dosificacion | Edad | TMN | Designacion Probeta | Altura H (cm) | Perimetro P (cm) | Peso W (gr) | Carga Rotura kN | Area A (cm 2) | PU kg / m3 | Resistencia compresion Mpa | Resistencia compresion Mpa |
|-----------------|---------|------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosificacion #3 | 7 dias | Nº 4 | B-10 | 20.1 | 32.2 | 3805 | 260 | 82.51 | 2294.33 | 31.50 | 31.502 |
| Dosificacion #3 | 14 dias | Nº 4 | B-8 | 20.3 | 32.3 | 3863 | 250 | 83.02 | 2292.10 | 30.10 | 30.103 |
| Dosificacion #3 | 28 dias | Nº 4 | B-6 | 20.1 | 32 | 3797 | 314 | 81.49 | 2318.22 | 38.52 | 37.792 |
| Dosificacion #3 | 28 dias | Nº 4 | B-12 | 19.8 | 32.1 | 3767 | 304 | 82.00 | 2320.23 | 37.06 | |

| | | |
|--|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

| Dosificacion # 7 | | | | | | |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| TMN = Nº 4 | | | | | | |
| Materiales | Dosificacion para 1 m3 | Dosificacion para 50 litros | % Absorcion | % humedad | Cantidades Corregidas para 50 litros | Cantidades finales para 50 litros |
| Agua { L } | 132.500 | 6.625 | | | 6.915 | 6.915 |
| Cemento { kg } | 250.000 | 12.500 | | | 12.500 | 12.500 |
| Agregado Achacachi { kg } | 1486.614 | 74.331 | 2.218% | 0.81% | 74.930 | 74.930 |
| Arena Ayo Ayo { kg } | 446.816 | 22.341 | 2.895% | 6.30% | 23.747 | 23.747 |
| Relacion a/c | 0.530 | | | | | 0.530 |

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON

| Dosificacion | Edad | TMN | Designacion Probeta | Altura H (cm) | Perimetro P (cm) | Peso W (gr) | Carga Rotura kN | Area A (cm 2) | PU kg / m3 | Resistencia compresion Mpa | Resistencia compresion Mpa |
|-----------------|--------|------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosificacion #7 | 7 dias | Nº 4 | 1 | 20 | 32.1 | 3800 | 214 | 82.00 | 2317.15 | 26.09 | 27.889 |
| Dosificacion #7 | 7 dias | Nº 4 | 4 | 20.3 | 32 | 3867 | 242 | 81.49 | 2337.70 | 29.69 | |
| Dosificacion #7 | 14 | Nº 4 | 3 | 20.1 | 32.2 | 3835 | 180 | 82.51 | 2312.42 | 21.81 | 21.81 |
| Dosificacion #7 | 28 | Nº 4 | 5 | 20 | 32.1 | 3851 | 210 | 82.00 | 2348.24 | 25.60 | 25.60 |

| Dosificacion # 8 | | | | | | |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------|
| TMN = Nº 4 | | | | | | |
| Materiales | Dosificacion para 1 m3 | Dosificacion para 50 litros | % Absorcion | % humedad | Cantidades Corregidas P / 50 lit | Cantidades finales P / 50 lit |
| Agua { L } | 187.500 | 9.375 | | | 11.377 | 11.377 |
| Cemento { kg } | 375.000 | 18.750 | | | 18.750 | 18.750 |
| Agregado Achacachi { kg } | 1296.408 | 64.820 | 2.218% | 0.00% | 64.820 | 64.820 |
| Arena Ayo Ayo { kg } | 389.647 | 19.482 | 2.895% | 0.00% | 19.482 | 19.482 |
| Relacion a/c | 0.500 | | | | | 0.500 |

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON

| Dosificacion | Edad | TMN | Designacion Probeta | Altura H (cm) | Perimetro P (cm) | Peso W (gr) | Carga Rotura kN | Area A (cm 2) | PU kg / m3 | Resistencia compresion Mpa | Resistencia compresion Mpa |
|-----------------|---------|------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosificacion #8 | 14 dias | Nº 4 | C-1 | 30 | 48.5 | 13220 | 520 | 187.19 | 2354.16 | 27.77 | 27.77 |
| Dosificacion #8 | 28 dias | Nº 4 | C-3 | 30 | 48.8 | 13280 | 576 | 189.51 | 2335.86 | 30.38 | 30.38 |

| | | |
|---|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA

Dosificacion # 9

MATERIALES

| Cantidad de Cemento kg/m ³ H ^º | Combinacion de Agregados | % Grava | % Arena | % Arena | % Grava |
|--|--------------------------|-----------|-----------|---------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo | Vilaque |
| 250 | Nº 6 | 38.05% | 61.95% | | |
| | | 52.00% | | 13.00% | 35.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % | % | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | | | |
|-----------------|---|-------|-------|---------|-------|-----------|-----------|----------|----|-----|-------|
| | | | | | | HUMEDAD | ABSORCION | TMN | PE | Puc | % |
| AGUA | | | 1 | | | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | | | | | |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | 2.604 | 1755.739 | | | 2.073 |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | | | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | 3/4 | 2.599 | 1600.000 | | | 1.580 |

| | | |
|-----------------------|--------|-----|
| Asentamiento | As = | 0 |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.4 |
| Cemento | C = | 250 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|---------|--|
| Cantidad de agua | a = | 100 | kg / m ³ H ^º |
| Volumen de Agua | Va = | 0.100 | m ³ / m ³ H ^º |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.083 | m ³ / m ³ H ^º |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m ³ / m ³ H ^º |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.787 | m ³ / m ³ H ^º |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 2033.70 | kg / m ³ H ^º |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|------------------------------------|
| Agua | 100.000 | kg / m ³ H ^º |
| Cemento | 250.000 | kg / m ³ H ^º |
| Agregado Achacachi | 1057.526 | kg / m ³ H ^º |
| Arena Ayo Ayo | 264.381 | kg / m ³ H ^º |
| Grava Vilaque | 711.796 | kg / m ³ H ^º |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA

Dosificacion # 10

MATERIALES

| Cantidad de Cemento kg/m ³ H ^º | Combinacion de Agregados | % Grava | % Arena | % Arena | % Grava |
|--|--------------------------|-----------|-----------|---------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo | Vilaque |
| 350 | Nº 6 | 38.05% | 61.95% | | |
| | | 52.00% | | 13.00% | 35.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % | % | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | | | |
|-----------------|---|-------|-------|---------|-------|-----------|-----------|----------|----|-----|-------|
| | | | | | | HUMEDAD | ABSORCION | TMN | PE | Puc | % |
| AGUA | | | 1 | | | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | | | | | |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | 2.604 | 1755.739 | | | 2.073 |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | | | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | 3/4 | 2.599 | 1600.000 | | | 1.580 |

| | | |
|-----------------------|--------|------|
| Asentamiento | As = | 0 |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.38 |
| Cemento | C = | 350 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--|
| Cantidad de agua | a = | 133 | kg / m ³ H ^º |
| Volumen de Agua | Va = | 0.133 | m ³ / m ³ H ^º |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.116 | m ³ / m ³ H ^º |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m ³ / m ³ H ^º |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.721 | m ³ / m ³ H ^º |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1862.564 | kg / m ³ H ^º |

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|------------------------------------|
| Agua | 133.000 | kg / m ³ H ^º |
| Cemento | 350.000 | kg / m ³ H ^º |
| Agregado Achacachi | 968.533 | kg / m ³ H ^º |
| Arena Ayo Ayo | 242.133 | kg / m ³ H ^º |
| Grava Vilaque | 651.897 | kg / m ³ H ^º |

| | | |
|--|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |
| LABORATORIO DE HORMIGONES | | |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA

Dosificacion # 11

MATERIALES

| Cantidad de Cemento | Combinacion de Agregados | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | % Grava Vilaque |
|---------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 300 | Nº 6 | 38.05% | 61.95% | | |
| | | 52.00% | | 13.00% | 35.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | 3/4 | 2.599 | 1600.000 | 1.580 |

Asentamiento As = 0
Aire atrapado Aatr = 3 %
Relacion agua/cemento a/C = 0.43
Cemento C = 300

Cantidad de agua a = 129 kg / m³ Hº
Volumen de Agua Va = 0.129 m³ / m³ Hº
Volumen de Cemento Vc = 0.100 m³ / m³ Hº
Volumen de Vacio Vv = 0.030 m³ / m³ Hº
Volumen total de agregado V_{g+A} = 0.741 m³ / m³ Hº
Cantidad de agregado total P_{g+A} = 1915.83 kg / m³ Hº

Resumen

| Agua | 129.000 | kg / m ³ Hº |
|--------------------|---------|------------------------|
| Cemento | 300.000 | kg / m ³ Hº |
| Agregado Achacachi | 996.232 | kg / m ³ Hº |
| Arena Ayo Ayo | 249.058 | kg / m ³ Hº |
| Grava Vilaque | 670.540 | kg / m ³ Hº |

| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| <i>U. M. S. A.</i> | <i>FACULTAD DE INGENIERIA</i> | <i>CARRERA: ING. CIVIL</i> |
| <i>INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO"</i> | | |
| <i>LABORATORIO DE HORMIGONES</i> | | |

| Dosificacion # 9 | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------------|-----------|---------|-----------------------|------|--------------------|
| TMN = 3/4 - 3/8 | | | | | | | |
| Materiales | Dosificacion | Dosificacion | % | | Cantidades Corregidas | para | Cantidades Finales |
| | para 1 m3 | para 50 litros | Absorcion | humedad | 50 litros | | 50 litros |
| Agua { L } | 100.000 | 5.000 | | | 7.001 | | 7.001 |
| Cemento { kg } | 250.000 | 12.500 | | | 12.500 | | 12.500 |
| Agregado Achacachi { kg } | 1057.526 | 52.876 | 2.073% | 0.00% | 52.876 | | 52.876 |
| Arena Ayo Ayo { kg } | 264.381 | 13.219 | 2.895% | 0.30% | 13.259 | | 13.259 |
| Grava Vilaque { kg } | 711.796 | 35.590 | 1.580% | 0.00% | 35.590 | | 35.590 |
| Relacion a/c | 0.400 | | | | | | 0.400 |

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON

| Dosificacion | Edad | TMN | Designacion Probeta | Altura H (cm) | Perimetro P (cm) | Peso W (gr) | Carga Rotura KN | Area A (cm 2) | PU kg / m3 | Resistencia compresion Mpa | Resistencia compresion Mpa |
|-----------------|---------|-----|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosificacion #9 | 14 dias | 3/4 | 1 | 30.1 | 48.5 | 13217 | 497 | 187.19 | 2345.81 | 26.54 | 26.54 |
| Dosificacion #9 | 28 dias | 3/4 | 3 | 30.2 | 48.7 | 13225 | 520 | 188.73 | 2333.10 | 27.54 | 27.54 |

| Dosificacion # 10 | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------------|-----------|---------|-----------------------|------|--------------------|
| TMN = 3/4 - 3/8 | | | | | | | |
| Materiales | Dosificacion | Dosificacion | % | | Cantidades Corregidas | para | Cantidades Finales |
| | para 1 m3 | para 50 litros | Absorcion | humedad | 50 litros | | 50 litros |
| Agua { L } | 133.000 | 6.650 | | | 8.465 | | 8.465 |
| Cemento { kg } | 350.000 | 17.500 | | | 17.500 | | 17.500 |
| Agregado Achacachi { kg } | 968.533 | 48.427 | 2.073% | 0.00% | 48.427 | | 48.427 |
| Arena Ayo Ayo { kg } | 242.133 | 12.107 | 2.895% | 0.45% | 12.161 | | 12.161 |
| Grava Vilaque { kg } | 651.897 | 32.595 | 1.580% | 0.00% | 32.595 | | 32.595 |
| Relacion a/c | 0.380 | | | | | | 0.380 |

ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON

| Dosificacion | Edad | TMN | Designacion Probeta | Altura H (cm) | Perimetro P (cm) | Peso W (gr) | Carga Rotura KN | Area A (cm 2) | PU kg / m3 | Resistencia compresion Mpa | Resistencia compresion Mpa |
|------------------|---------|-----|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosificacion #10 | 14 dias | 3/4 | B-1 | 30.2 | 48.3 | 13226 | 565 | 185.65 | 2359.05 | 30.42 | 30.42 |
| Dosificacion #10 | 28 dias | 3/4 | B-3 | 30 | 48.1 | 13229 | 615 | 184.11 | 2333.10 | 33.39 | 33.39 |

| Dosificacion # 11 | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------------|-----------|---------|-----------------------|------|--------------------|
| TMN = 3/4 - 3/8 | | | | | | | |
| Materiales | Dosificacion | Dosificacion | % | | Cantidades Corregidas | para | Cantidades Finales |
| | para 1 m3 | para 50 litros | Absorcion | humedad | 50 litros | | 50 litros |
| Agua { L } | 129.000 | 6.450 | | | 8.373 | | 8.373 |
| Cemento { kg } | 300.000 | 15.000 | | | 15.000 | | 15.000 |
| Agregado Achacachi { kg } | 996.232 | 49.812 | 2.073% | 0.00% | 49.812 | | 49.812 |
| Arena Ayo Ayo { kg } | 249.058 | 12.453 | 2.895% | 0.00% | 12.453 | | 12.453 |
| Grava Vilaque { kg } | 670.540 | 33.527 | 1.580% | 0.00% | 33.527 | | 33.527 |
| Relacion a/c | 0.430 | | | | | | 0.430 |

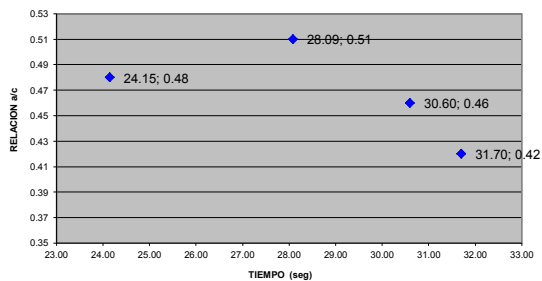
ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON

| Dosificacion | Edad | TMN | Designacion Probeta | Altura H (cm) | Perimetro P (cm) | Peso W (gr) | Carga Rotura KN | Area A (cm 2) | PU kg / m3 | Resistencia compresion Mpa | Resistencia compresion Mpa |
|------------------|---------|-----|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosificacion #11 | 14 dias | 3/4 | C-2 | 30 | 48.4 | 13225 | 572 | 186.42 | 2364.80 | 30.67 | 30.67 |
| Dosificacion #11 | 28 dias | 3/4 | C-4 | 30.1 | 48.2 | 13235 | 590 | 184.88 | 2378.34 | 31.90 | 31.90 |

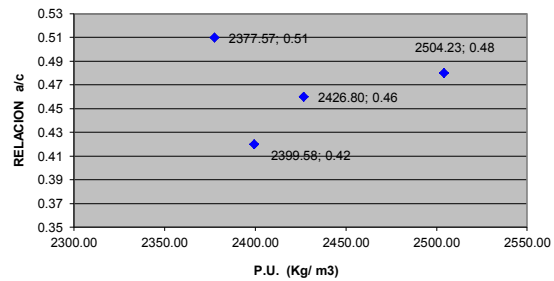
VEBE - PESO UNITARIO DE HORMIGON FRESCO

| DOSIFICACION | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DE AGREGADO | COMBINACION DE AGREGADO | CANTIDAD DE CEMENTO (Kg/m3) | a/c | TIEMPO VEBE (seg) | PESO HORMIGON | VOLUMEN RECIPIENTE | P.U. HORMIGON FRESCO |
|--------------|-----------------------------------|---|-----------------------------|------|-------------------|---------------|--------------------|----------------------|
| dos # 5 | TMN: 3/8 | Agregado Achacachi 3/8 Arena Ayo Ayo | 350 | 0.42 | 31.70 | 17013 | 0.00709 | 2399.58 |
| dos # 6 | TMN: 3/8 | Agregado Achacachi 3/8 Arena Ayo Ayo | 375 | 0.46 | 30.60 | 17206 | 0.00709 | 2426.80 |
| dos # 4 | TMN: 3/8 | Agregado Achacachi 3/8 Arena Ayo Ayo | 250 | 0.51 | 28.09 | 16857 | 0.00709 | 2377.57 |
| dos # 1 | TMN: 3/8 | Agregado Achacachi 3/8 Arena Ayo Ayo | 473 | 0.48 | 24.15 | 17755 | 0.00709 | 2504.23 |

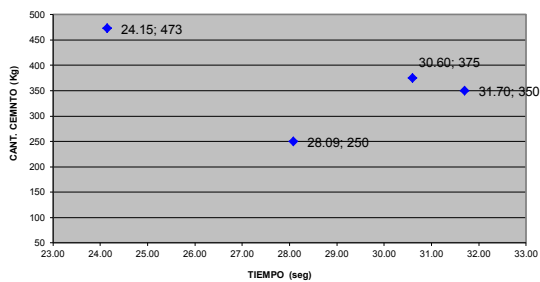
RELACION TIEMPO VEBE - a/c



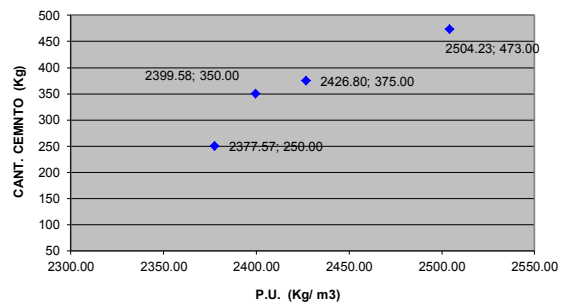
RELACION P.U. FRESCO- a/c



RELACION TIEMPO VEBE -CANT CEMENTO

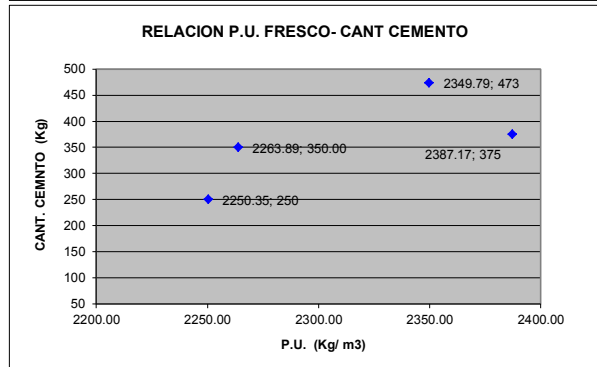
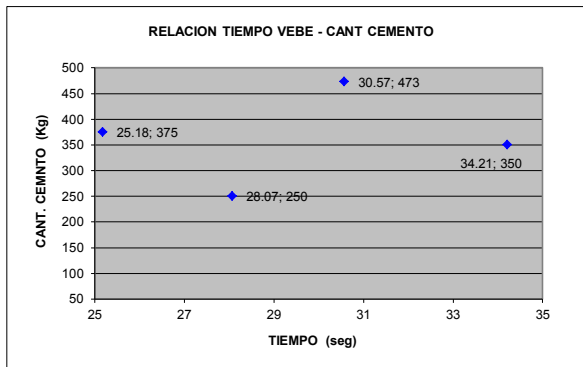
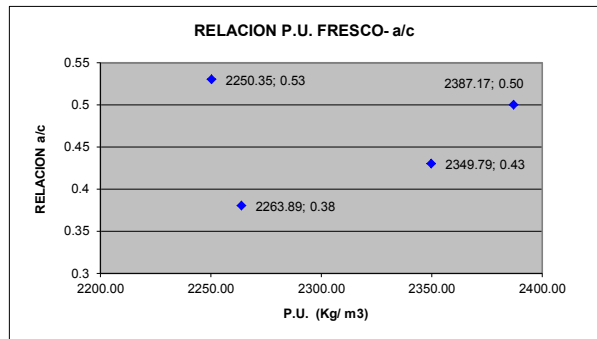
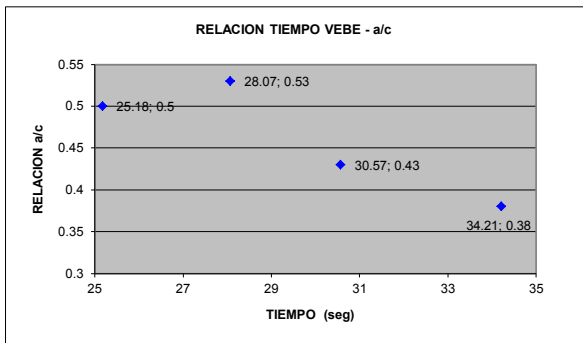


RELACION P.U. FRESCO- CANT CEMENTO



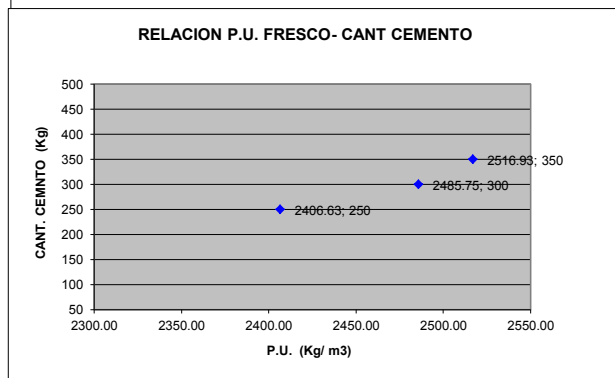
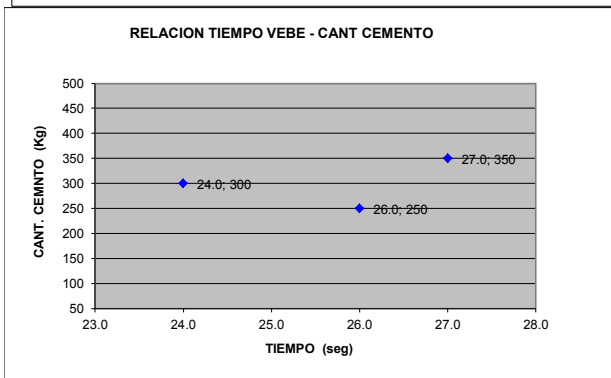
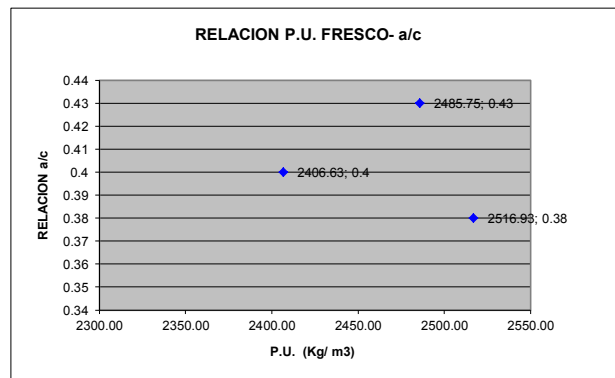
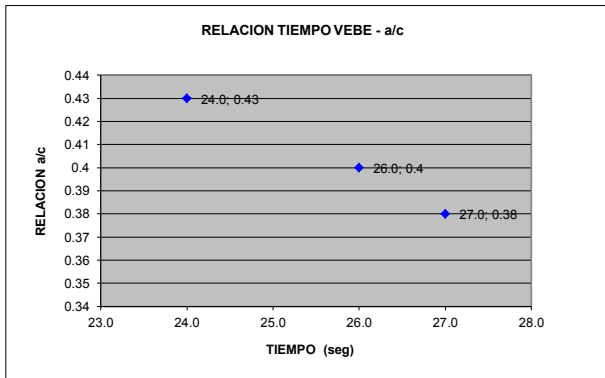
VEBE - PESO UNITARIO DE HORMIGON FRESCO

| DOSIFICACION | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DE AGREGADO | COMBINACION DE AGREGADO | CANTIDAD DE CEMENTO (Kg/m3) | a/c | TIEMPO VEBE (seg) | PESO HORMIGON | VOLUMEN RECIPIENTE | P.U. HORMIGON FRESCO |
|--------------|-----------------------------------|---|-----------------------------|------|-------------------|---------------|--------------------|----------------------|
| dos # 2 | TMN: N°4 | Agregado Achacachi N°4 Arena Ayo Ayo | 350 | 0.38 | 34.21 | 16051 | 0.00709 | 2263.89 |
| dos #3 | TMN: N°4 | Agregado Achacachi N°4 Arena Ayo Ayo | 473 | 0.43 | 30.57 | 16660 | 0.00709 | 2349.79 |
| dos #7 | TMN: N°4 | Agregado Achacachi N°4 Arena Ayo Ayo | 250 | 0.53 | 28.07 | 15955 | 0.00709 | 2250.35 |
| dos #8 | TMN: N°4 | Agregado Achacachi N°4 Arena Ayo Ayo | 375 | 0.5 | 25.18 | 16925 | 0.00709 | 2387.17 |



VEBE - PESO UNITARIO DE HORMIGON FRESCO

| DOSIFICACION | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DE AGREGADO | COMBINACION DE AGREGADO | CANTIDAD DE CEMENTO (Kg/m3) | a/c | TIEMPO VEBE (seg) | PESO HORMIGON | VOLUMEN RECIPIENTE | P.U. HORMIGON FRESCO |
|--------------|-----------------------------------|---|-----------------------------|------|-------------------|---------------|--------------------|----------------------|
| dos #11 | TMN: 3/4 | Agregado Achacachi N°4 Arena Ayo Ayo | 300 | 0.43 | 24.0 | 17624 | 0.00709 | 2485.75 |
| dos # 9 | TMN: 3/4 | Agregado Achacachi N°4 Arena Ayo Ayo | 250 | 0.4 | 26.0 | 17063 | 0.00709 | 2406.63 |
| dos #10 | TMN: 3/4 | Agregado Achacachi N°4 Arena Ayo Ayo | 350 | 0.38 | 27.0 | 17845 | 0.00709 | 2516.93 |



3.-Elaboración de mezclas y producción de Adoquines en Planta

Dosificaciones

La mezcla de los componentes de hormigón se realiza mediante dosificación de hormigón que Implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales a fin de obtener la resistencia y durabilidad requerida en adoquines.

Cuadro: Variación de dosificación por Combinación de Agregados y cantidad de cemento

| Disposición de Agregados | Designación | Combinación de Agregados | Tamaño Máximo Nominal TMN | Variación Cantidad de Cemento por Combinación y dosificación Kg/m ³ H° |
|--|-----------------|--------------------------|------------------------------|--|
| B1= Agregado Achacachi compuesto de arena y gravilla TMN N°4 | Combinación N°1 | B1+C | TMN = N°4 | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| B2= Agregado Achacachi compuesto de arena y gravilla TMN 3/8 | Combinación N°2 | B2+C | TMN = 3/8 | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| C= Arena Ayo Ayo | Combinación N°3 | B1+C+D | TMN = N°4 | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| D= Arena Chacoma | Combinación N°4 | B2+C+D | TMN = 3/8 | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| E= Grava Vilaque TMN 3/4 | Combinación N°5 | B1+C+E | TMN = 3/4 | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| | Combinación N°6 | B2+C+E | TMN = 3/4 | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| | Combinación N°7 | B1+C+D+E | TMN = 3/4 | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |
| | Combinación N°8 | B2+C+D+E | TMN = 3/4 | 250 |
| | | | | 300 |
| | | | | 350 |

Se tiene 8 combinaciones de agregado, donde cada combinación se dosifica con cantidad de cemento de 250, 300 y 350 kg/m³ respectivamente. En función del cuadro anterior se tiene 24 dosificaciones con las cuales se realiza la producción de adoquines, en planillas adjuntas de este anexo se presenta los procesamientos de datos respectivos.

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/8 , Combinación de Agregados N°2

MATERIALES

| Combinación de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava | % Arena | % Arena |
|--------------------------|-------------------------|-----------|-----------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo |
| Nº2 | 250 | 38.05% | 61.95% | |
| | | 80.67% | 19.33% | |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.46 | |
| Cemento | C = | 250 | |
| Cantidad de agua | a = | 115 | kg / m 3 Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.115 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.083 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Vacío | Vv = | 0.030 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.772 | m 3 / m 3 Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1989.589 | kg / m 3 Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|-------------|
| Agua | 115.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 250.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 1605.001 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 384.587 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/8 , Combinación de Agregados N°2

MATERIALES

| Combinación de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava | % Arena | % Arena |
|--------------------------|-------------------------|-----------|-----------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo |
| Nº2 | 300 | 38.05% | 61.95% | |
| | | 80.67% | 19.33% | |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.42 | |
| Cemento | C = | 300 | |
| Cantidad de agua | a = | 126 | kg / m 3 Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.126 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.100 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Vacío | Vv = | 0.030 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.744 | m 3 / m 3 Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1918.424 | kg / m 3 Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|-------------|
| Agua | 126.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 300.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 1547.593 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 370.831 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/8 , Combinación de Agregados N°2

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava | % Arena | % Arena |
|--------------------------|-------------------------|-----------|-----------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo |
| Nº2 | 350 | 38.05% | 61.95% | |
| | | 80.67% | 19.33% | |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/ cemento | a/ C = | 0.38 | |
| Cemento | C = | 350 | |
| Cantidad de agua | a= | 133 | kg / m 3 Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.133 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.116 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.721 | m 3 / m 3 Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1857.569 | kg / m 3 Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|-------------|
| Agua | 133.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 350.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 1498.501 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 359.068 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = N°4 , Combinación de Agregados N°1

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava | % Arena | % Arena |
|--------------------------|-------------------------|-----------|-----------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo |
| Nº1 | 250 | 30.56% | 69.44% | |
| | | 76.89% | 23.11% | |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | Nº4 | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/ cemento | a/ C = | 0.46 | |
| Cemento | C = | 250 | |
| Cantidad de agua | a= | 115 | kg / m 3 Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.115 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.083 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.772 | m 3 / m 3 Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1978.278 | kg / m 3 Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|-------------|
| Agua | 115.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 250.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 1521.098 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 457.180 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = N°4 , Combinación de Agregados N°1

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Nº1 | 300 | 30.56% | 69.44% | |
| | | 76.89% | 23.11% | |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | Nº4 | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.43 | |
| Cemento | C = | 300 | |
| Cantidad de agua | a = | 129 | kg / m 3 Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.129 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.100 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.741 | m 3 / m 3 Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1899.829 | kg / m 3 Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|-------------|
| Agua | 129.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 300.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 1460.779 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 439.051 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = N°4 , Combinación de Agregados N°1

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Nº1 | 350 | 30.56% | 69.44% | |
| | | 76.89% | 23.11% | |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | Nº4 | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.38 | |
| Cemento | C = | 350 | |
| Cantidad de agua | a = | 133 | kg / m 3 Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.133 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.116 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.721 | m 3 / m 3 Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1847.008 | kg / m 3 Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|-------------|
| Agua | 133.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 350.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 1420.165 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 426.844 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/8 , Combinación de Agregados N°4

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava | | % Arena | |
|--------------------------|-------------------------|-----------|-----------|---------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo | Chacoma |
| N°4 | 250 | 38.05% | 61.95% | | |
| | | 34.00% | | 36.00% | 30.00% |
| | | 12.94% | 21.06% | 36.00% | 30.00% |
| | | | | 100.00% | |
| | | 24.19% | 41.35% | 34.46% | |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | | | |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| ARENA CHACOMA | | 2.389 | 2.540 | 1628.20 | 3.009 | | 2.540 | 1628.199 | 2.389 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/ C = | 0.56 | |
| Cemento | C = | 250 | |
| Cantidad de agua | a= | 140 | kg / m 3 Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.140 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.083 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.747 | m 3 / m 3 Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1894.396 | kg / m 3 Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|-------------|
| Agua | 140.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 250.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 644.095 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 681.982 | kg / m 3 Hº |
| Arena Chacoma | 568.319 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/8 , Combinación de Agregados N°4

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava | | % Arena | |
|--------------------------|-------------------------|-----------|-----------|---------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo | Chacoma |
| N°4 | 300 | 38.05% | 61.95% | | |
| | | 34.00% | | 36.00% | 30.00% |
| | | 12.94% | 21.06% | 36.00% | 30.00% |
| | | | | 100.00% | |
| | | 24.19% | 41.35% | 34.46% | |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | | | |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| ARENA CHACOMA | | 2.389 | 2.540 | 1628.20 | 3.009 | | 2.540 | 1628.199 | 2.389 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/ C = | 0.54 | |
| Cemento | C = | 300 | |
| Cantidad de agua | a= | 162 | kg / m 3 Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.162 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.100 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.708 | m 3 / m 3 Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1796.470 | kg / m 3 Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|-------------|
| Agua | 162.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 300.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 610.800 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 646.729 | kg / m 3 Hº |
| Arena Chacoma | 538.941 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE 5

TMN = 3/8 , Combinación de Agregados N°4

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava | % Arena | % Arena | % Arena |
|--------------------------|-------------------------|-----------|-----------|---------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo | Chacoma |
| N°4 | 350 | 38.05% | | | |
| | | | 34.00% | 36.00% | 30.00% |
| | | 12.94% | 21.06% | 36.00% | 30.00% |
| | | | | 100.00% | |
| | | 24.19% | 41.35% | 34.46% | |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | | | |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| ARENA CHACOMA | | 2.389 | 2.540 | 1628.20 | 3.009 | | 2.540 | 1628.199 | 2.389 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/ cemento | a/C = | 0.5 | |
| Cemento | C = | 350 | |
| Cantidad de agua | a = | 175 | kg / m 3 Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.175 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.116 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.679 | m 3 / m 3 Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1721.370 | kg / m 3 Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|-------------|
| Agua | 175.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 350.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 585.266 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 619.693 | kg / m 3 Hº |
| Arena Chacoma | 516.411 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE 5

TMN = N°4 , Combinación de Agregados N°3

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava | % Arena | % Arena | % Arena |
|--------------------------|-------------------------|-----------|-----------|---------|---------|
| | | Achacachi | Achacachi | Ayo Ayo | Chacoma |
| N°3 | 250 | 30.56% | | | |
| | | | 33.00% | 37.00% | 30.00% |
| | | | | | |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | N°4 | | | |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| ARENA CHACOMA | | 2.389 | 2.540 | 1628.20 | 3.009 | | 2.540 | 1628.199 | 2.389 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|-----------|--------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/ cemento | a/C = | 0.56 | |
| Cemento | C = | 250 | |
| Cantidad de agua | a = | 140 | kg / m 3 Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.140 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.083 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.747 | m 3 / m 3 Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1890.4425 | kg / m 3 Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|-------------|
| Agua | 140.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 250.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 623.846 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 699.464 | kg / m 3 Hº |
| Arena Chacoma | 567.133 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = N°4 , Combinación de Agregados N°3

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | % Arena Chacoma |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| Nº3 | 300 | 30.56% | 69.44% | | |
| | | 33.00% | | 37.00% | 30.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | Nº4 | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| ARENA CHACOMA | | 2.389 | 2.540 | 1628.20 | 3.009 | | 2.540 | 1628.199 | 2.389 |

Asentamiento As = 0
 Aire atrapado Aatr = 3 %
 Relacion agua/cemento a/C = 0.54
 Cemento C = 300

Cantidad de agua a = 162 kg / m 3 Hº
 Volumen de Agua Va = 0.162 m 3 / m 3 Hº
 Volumen de Cemento Vc = 0.100 m 3 / m 3 Hº
 Volumen de Vacio Vv = 0.030 m 3 / m 3 Hº
 Volumen total de agregado V_{g+A} = 0.708 m 3 / m 3 Hº
 Cantidad de agregado total P_{g+A} = 1792.72101 kg / m 3 Hº

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|-------------|
| Agua | 162.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 300.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 591.598 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 663.307 | kg / m 3 Hº |
| Arena Chacoma | 537.816 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = N°4 , Combinación de Agregados N°3

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | % Arena Chacoma |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| Nº3 | 350 | 30.56% | 69.44% | | |
| | | 33.00% | | 37.00% | 30.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | Nº4 | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| ARENA CHACOMA | | 2.389 | 2.540 | 1628.20 | 3.009 | | 2.540 | 1628.199 | 2.389 |

Asentamiento As = 0
 Aire atrapado Aatr = 3 %
 Relacion agua/cemento a/C = 0.49
 Cemento C = 350

Cantidad de agua a = 171.5 kg / m 3 Hº
 Volumen de Agua Va = 0.172 m 3 / m 3 Hº
 Volumen de Cemento Vc = 0.116 m 3 / m 3 Hº
 Volumen de Vacio Vv = 0.030 m 3 / m 3 Hº
 Volumen total de agregado V_{g+A} = 0.682 m 3 / m 3 Hº
 Cantidad de agregado total P_{g+A} = 1726.636 kg / m 3 Hº

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|-------------|
| Agua | 171.500 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 350.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 569.790 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 638.855 | kg / m 3 Hº |
| Arena Chacoma | 517.991 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/4, Combinación de Agregados N°6

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/m ³ H ^º | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | %Grava Vilaque |
|--------------------------|--|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| N°6 | 250 | 38.05% | 61.95% | | |
| | | 52.00% | | 13.00% | 35.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | 3/4 | 2.599 | 1600.000 | 1.580 |

Asentamiento As = 0
 Aire atrapado Aatr = 3 %
 Relacion agua/cemento a/C = 0.4
 Cemento C = 250

Cantidad de agua a = 100 kg / m³ H^º
 Volumen de Agua Va = 0.100 m³ / m³ H^º
 Volumen de Cemento Vc = 0.083 m³ / m³ H^º
 Volumen de Vacio Vv = 0.030 m³ / m³ H^º
 Volumen total de agregado V_{g+A} = 0.787 m³ / m³ H^º
 Cantidad de agregado total P_{g+A} = 2033.704 kg / m³ H^º

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|------------------------------------|
| Agua | 100.000 | kg / m ³ H ^º |
| Cemento | 250.000 | kg / m ³ H ^º |
| Agregado Achacachi | 1057.526 | kg / m ³ H ^º |
| Arena Ayo Ayo | 264.381 | kg / m ³ H ^º |
| Grava Vilaque | 711.796 | kg / m ³ H ^º |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/4, Combinación de Agregados N°6

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/m ³ H ^º | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | %Grava Vilaque |
|--------------------------|--|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| N°6 | 300 | 38.05% | 61.95% | | |
| | | 52.00% | | 13.00% | 35.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | | 2.599 | 1600.000 | 1.580 |

Asentamiento As = 0
 Aire atrapado Aatr = 3 %
 Relacion agua/cemento a/C = 0.38
 Cemento C = 300

Cantidad de agua a = 114 kg / m³ H^º
 Volumen de Agua Va = 0.114 m³ / m³ H^º
 Volumen de Cemento Vc = 0.100 m³ / m³ H^º
 Volumen de Vacio Vv = 0.030 m³ / m³ H^º
 Volumen total de agregado V_{g+A} = 0.756 m³ / m³ H^º
 Cantidad de agregado total P_{g+A} = 1954.59457 kg / m³ H^º

Resumen

| | | |
|--------------------|----------|------------------------------------|
| Agua | 114.000 | kg / m ³ H ^º |
| Cemento | 300.000 | kg / m ³ H ^º |
| Agregado Achacachi | 1016.389 | kg / m ³ H ^º |
| Arena Ayo Ayo | 254.097 | kg / m ³ H ^º |
| Grava Vilaque | 684.108 | kg / m ³ H ^º |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/4, Combinación de Agregados N°6

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/m ³ H ^º | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | %Grava Vilaque |
|--------------------------|--|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| N°6 | 350 | 38.05% | 61.95% | | |
| | | 52.00% | | 13.00% | 35.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | | 2.599 | 1600.000 | 1.580 |

Asentamiento As = 0
 Aire atrapado Aatr = 3 %
 Relacion agua/cemento a/C = 0.37
 Cemento C = 350

Cantidad de agua a = 129.5 kg / m³ H^º
 Volumen de Agua Va = 0.130 m³ / m³ H^º
 Volumen de Cemento Vc = 0.116 m³ / m³ H^º
 Volumen de Vacío Vv = 0.030 m³ / m³ H^º
 Volumen total de agregado V_{g+A} = 0.724 m³ / m³ H^º
 Cantidad de agregado total P_{g+A} = 1871.609 kg / m³ H^º

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|------------------------------------|
| Agua | 129.500 | kg / m ³ H ^º |
| Cemento | 350.000 | kg / m ³ H ^º |
| Agregado Achacachi | 973.237 | kg / m ³ H ^º |
| Arena Ayo Ayo | 243.309 | kg / m ³ H ^º |
| Grava Vilaque | 655.063 | kg / m ³ H ^º |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/4, Combinación de Agregados N°5

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/m ³ H ^º | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | %Grava Vilaque |
|--------------------------|--|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| N°5 | 250 | 30.56% | 69.44% | | |
| | | 48.00% | | 12.00% | 40.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | N°4 | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | | 2.599 | 1600.000 | 1.580 |

Asentamiento As = 0
 Aire atrapado Aatr = 3 %
 Relacion agua/cemento a/C = 0.4
 Cemento C = 250

Cantidad de agua a = 100 kg / m³ H^º
 Volumen de Agua Va = 0.100 m³ / m³ H^º
 Volumen de Cemento Vc = 0.083 m³ / m³ H^º
 Volumen de Vacío Vv = 0.030 m³ / m³ H^º
 Volumen total de agregado V_{g+A} = 0.787 m³ / m³ H^º
 Cantidad de agregado total P_{g+A} = 2029.86 kg / m³ H^º

Resumen 2379.860

| | | |
|--------------------|---------|------------------------------------|
| Agua | 100.000 | kg / m ³ H ^º |
| Cemento | 250.000 | kg / m ³ H ^º |
| Agregado Achacachi | 974.333 | kg / m ³ H ^º |
| Arena Ayo Ayo | 243.583 | kg / m ³ H ^º |
| Grava Vilaque | 811.944 | kg / m ³ H ^º |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/4, Combinación de Agredados N°5

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/m ³ H ^º | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | % Grava Vilaque |
|--------------------------|--|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| N°5 | 300 | 30.56% | 69.44% | | |
| | | 48.00% | | 12.00% | 40.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | N°4 | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | | 2.599 | 1600.000 | 1.580 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.37 | |
| Cemento | C = | 300 | |
| Cantidad de agua | a = | 111 | kg / m ³ H ^º |
| Volumen de Agua | Va = | 0.111 | m ³ / m ³ H ^º |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.100 | m ³ / m ³ H ^º |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m ³ / m ³ H ^º |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.759 | m ³ / m ³ H ^º |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1958.638 | kg / m ³ H ^º |

| Resumen | 2369.638 | |
|--------------------|----------|------------------------------------|
| Agua | 111.000 | kg / m ³ H ^º |
| Cemento | 300.000 | kg / m ³ H ^º |
| Agregado Achacachi | 940.146 | kg / m ³ H ^º |
| Arena Ayo Ayo | 235.037 | kg / m ³ H ^º |
| Grava Vilaque | 783.455 | kg / m ³ H ^º |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/4, Combinación de Agredados N°5

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/m ³ H ^º | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | % Grava Vilaque |
|--------------------------|--|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| N°5 | 350 | 30.56% | 69.44% | | |
| | | 48.00% | | 12.00% | 40.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | N°4 | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | | 2.599 | 1600.000 | 1.580 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/cemento | a/C = | 0.36 | |
| Cemento | C = | 350 | |
| Cantidad de agua | a = | 126 | kg / m ³ H ^º |
| Volumen de Agua | Va = | 0.126 | m ³ / m ³ H ^º |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.116 | m ³ / m ³ H ^º |
| Volumen de Vacio | Vv = | 0.030 | m ³ / m ³ H ^º |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.728 | m ³ / m ³ H ^º |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1877.099 | kg / m ³ H ^º |

| Resumen | 2353.099 | |
|--------------------|----------|------------------------------------|
| Agua | 126.000 | kg / m ³ H ^º |
| Cemento | 350.000 | kg / m ³ H ^º |
| Agregado Achacachi | 901.008 | kg / m ³ H ^º |
| Arena Ayo Ayo | 225.252 | kg / m ³ H ^º |
| Grava Vilaque | 750.840 | kg / m ³ H ^º |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/4, Combinación de Agregados N°8

MATERIALES

| Combinación de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | %Grava Vilaque | % Arena Chacoma |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| N°8 | 250 | 38.05% | 61.95% | | | |
| | | 43.00% | | 10.00% | 35.00% | 12.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | 3/4 | 2.599 | 1600.000 | 1.580 |
| ARENA CHACOMA | | 2.389 | 2.540 | 1628.20 | 3.009 | | 2.540 | 1628.199 | 2.389 |

Asentamiento As = 0
 Aire atrapado Aatr = 3 %
 Relacion agua/cemento a/C = 0.42
 Cemento C = 250

Cantidad de agua a = 105 kg / m 3 Hº
 Volumen de Agua Va = 0.105 m 3 / m 3 Hº
 Volumen de Cemento Vc = 0.083 m 3 / m 3 Hº
 Volumen de Vacio Vv = 0.030 m 3 / m 3 Hº
 Volumen total de agregado V_{g+A} = 0.782 m 3 / m 3 Hº
 Cantidada de agregado total P_{g+A} = 2017.978 kg / m 3 Hº

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|-------------|
| Agua | 105.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 250.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 867.730 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 201.798 | kg / m 3 Hº |
| Grava Vilaque | 706.292 | kg / m 3 Hº |
| Arena Chacoma | 242.157 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/4, Combinación de Agregados N°8

MATERIALES

| Combinación de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | %Grava Vilaque | % Arena Chacoma |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| N°8 | 300 | 38.05% | 61.95% | | | |
| | | 43.00% | | 10.00% | 35.00% | 12.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | 3/4 | 2.599 | 1600.000 | 1.580 |
| ARENA CHACOMA | | 2.389 | 2.540 | 1628.20 | 3.009 | | 2.540 | 1628.199 | 2.389 |

Asentamiento As = 0
 Aire atrapado Aatr = 3 %
 Relacion agua/cemento a/C = 0.4
 Cemento C = 300

Cantidad de agua a = 120 kg / m 3 Hº
 Volumen de Agua Va = 0.120 m 3 / m 3 Hº
 Volumen de Cemento Vc = 0.100 m 3 / m 3 Hº
 Volumen de Vacio Vv = 0.030 m 3 / m 3 Hº
 Volumen total de agregado V_{g+A} = 0.750 m 3 / m 3 Hº
 Cantidada de agregado total P_{g+A} = 1936.3979 kg / m 3 Hº

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|-------------|
| Agua | 120.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 300.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 832.651 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 193.640 | kg / m 3 Hº |
| Grava Vilaque | 677.739 | kg / m 3 Hº |
| Arena Chacoma | 232.368 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/4, Combinación de Agregados N°8

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | %Grava Vilaque | % Arena Chacoma |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| N°8 | 350 | 38.05% | 61.95% | | | |
| | | 43.00% | | 10.00% | 35.00% | 12.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.629 | 2.643 | 1600.08 | | 3/8 | 2.604 | 1755.739 | 2.073 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | 3/4 | 2.599 | 1600.000 | 1.580 |
| ARENA CHACOMA | | 2.389 | 2.540 | 1628.20 | 3.009 | | 2.540 | 1628.199 | 2.389 |

Asentamiento As = 0
 Aire atrapado Aatr = 3 %
 Relacion agua/cemento a/C = 0.38
 Cemento C = 350

Cantidad de agua a = 133 kg / m 3 Hº
 Volumen de Agua Va = 0.133 m 3 / m 3 Hº
 Volumen de Cemento Vc = 0.116 m 3 / m 3 Hº
 Volumen de Vacio Vv = 0.030 m 3 / m 3 Hº
 Volumen total de agregado V_{g+A} = 0.721 m 3 / m 3 Hº
 Cantidada de agregado total P_{g+A} = 1859.9794 kg / m 3 Hº

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|-------------|
| Agua | 133.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 350.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 799.791 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 185.998 | kg / m 3 Hº |
| Grava Vilaque | 650.993 | kg / m 3 Hº |
| Arena Chacoma | 223.198 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/4, Combinación de Agregados N°7

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | %Grava Vilaque | % Arena Chacoma |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| N°7 | 250 | 30.56% | 69.44% | | | |
| | | 40.00% | | 10.00% | 40.00% | 10.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | N°4 | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | 3/4 | 2.599 | 1600.000 | 1.580 |
| ARENA CHACOMA | | 2.389 | 2.540 | 1628.20 | 3.009 | | 2.540 | 1628.199 | 2.389 |

Asentamiento As = 0
 Aire atrapado Aatr = 3 %
 Relacion agua/cemento a/C = 0.42
 Cemento C = 250

Cantidad de agua a = 105 kg / m 3 Hº
 Volumen de Agua Va = 0.105 m 3 / m 3 Hº
 Volumen de Cemento Vc = 0.083 m 3 / m 3 Hº
 Volumen de Vacio Vv = 0.030 m 3 / m 3 Hº
 Volumen total de agregado V_{g+A} = 0.782 m 3 / m 3 Hº
 Cantidada de agregado total P_{g+A} = 2014.881 kg / m 3 Hº

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|-------------|
| Agua | 105.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 250.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 805.953 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 201.488 | kg / m 3 Hº |
| Grava Vilaque | 805.953 | kg / m 3 Hº |
| Arena Chacoma | 201.488 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/4, Combinación de Agregados N°7

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | %Grava Vilaque | % Arena Chacoma |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| N°7 | 300 | 30.56% | 69.44% | | | |
| | | 40.00% | | 10.00% | 40.00% | 10.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | N°4 | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | 3/4 | 2.599 | 1600.000 | 1.580 |
| ARENA CHACOMA | | 2.389 | 2.540 | 1628.20 | 3.009 | | 2.540 | 1628.199 | 2.389 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/ cemento | a/C = | 0.4 | |
| Cemento | C = | 300 | |
| Cantidad de agua | a = | 120 | kg / m 3 Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.120 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.100 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Vacío | Vv = | 0.030 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.750 | m 3 / m 3 Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1933.427 | kg / m 3 Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|-------------|
| Agua | 120.000 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 300.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 773.371 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 193.343 | kg / m 3 Hº |
| Grava Vilaque | 773.371 | kg / m 3 Hº |
| Arena Chacoma | 193.343 | kg / m 3 Hº |

DOSIFICACION DE HORMIGON DE CONSISTENCIA SECA - PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S

TMN = 3/4, Combinación de Agregados N°7

MATERIALES

| Combinacion de Agregados | Cant. Cemento kg/ m3 Hº | % Grava Achacachi | % Arena Achacachi | % Arena Ayo Ayo | %Grava Vilaque | % Arena Chacoma |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| N°7 | 350 | 30.56% | 69.44% | | | |
| | | 40.00% | | 10.00% | 40.00% | 10.00% |

CARACTERISTICAS

| MATERIAL | % HUMEDAD | % ABSORCION | PE | Puc | Mf | PONDERADO | | | |
|-----------------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------|-------|----------|-------------|
| | | | | | | TMN | PE | Puc | % ABSORCION |
| AGUA | | | 1 | | | | | | |
| CEMENTO | | | 3.01 | | | | | | |
| GRAVA ACHACACHI | | 1.926 | 2.617 | 1600.08 | | N°4 | 2.591 | 1774.570 | 2.218 |
| ARENA ACHACACHI | | 2.346 | 2.580 | 1851.36 | 3.071 | | | | |
| ARENA AYO AYO | | 2.895 | 2.472 | 1560.32 | 1.826 | | 2.472 | 1560.318 | 2.895 |
| GRAVA VILAQUE | | 1.580 | 2.599 | 1600.00 | | 3/4 | 2.599 | 1600.000 | 1.580 |
| ARENA CHACOMA | | 2.389 | 2.540 | 1628.20 | 3.009 | | 2.540 | 1628.199 | 2.389 |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------|
| Asentamiento | As = | 0 | |
| Aire atrapado | Aatr = | 3 | % |
| Relacion agua/ cemento | a/C = | 0.39 | |
| Cemento | C = | 350 | |
| Cantidad de agua | a = | 136.5 | kg / m 3 Hº |
| Volumen de Agua | Va = | 0.137 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Cemento | Vc = | 0.116 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen de Vacío | Vv = | 0.030 | m 3 / m 3 Hº |
| Volumen total de agregado | V _{g+A} = | 0.717 | m 3 / m 3 Hº |
| Cantidad de agregado total | P _{g+A} = | 1848.107 | kg / m 3 Hº |

Resumen

| | | |
|--------------------|---------|-------------|
| Agua | 136.500 | kg / m 3 Hº |
| Cemento | 350.000 | kg / m 3 Hº |
| Agregado Achacachi | 739.243 | kg / m 3 Hº |
| Arena Ayo Ayo | 184.811 | kg / m 3 Hº |
| Grava Vilaque | 739.243 | kg / m 3 Hº |
| Arena Chacoma | 184.811 | kg / m 3 Hº |

4.- Ensayos en laboratorio para Adoquines

Los ensayos en laboratorio de las probetas de adoquín constituyen parámetros estructurales que determina la calidad de material en todas sus cualidades, para ser parte elemental de una estructura vial.

Los ensayos realizados en probetas de adoquín abarcan el estudio a las propiedades siguientes:

- ✓ Resistencia a flexión
- ✓ Resistencia a compresión
- ✓ Resistencia a desgaste

El lote de probetas de adoquín para los diferentes ensayos se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro: Cantidad Probetas de adoquín ensayadas resistencia flexión, compresión y desgaste

| Designación de Combinación | Variación Cantidad de Cemento por Combinación y dosificación Kg/m ³ H° | N° probetas Resistencia a flexión Edad 28 días | N° probetas Resistencia a Compresión Edad 28 días | N° probetas Resistencia a Desgaste Edad 28 días |
|----------------------------|---|--|---|---|
| Comb. N°1 | 250 | 9 | 9 | 9 |
| | 300 | 9 | 9 | 9 |
| | 350 | 9 | 9 | 9 |
| Comb. N°2 | 250 | 9 | 9 | 9 |
| | 300 | 9 | 9 | 9 |
| | 350 | 9 | 9 | 9 |
| Comb. N°3 | 250 | 9 | 9 | 9 |
| | 300 | 9 | 9 | 9 |
| | 350 | 9 | 9 | 9 |
| Comb. N°4 | 250 | 9 | 9 | 9 |
| | 300 | 9 | 9 | 9 |
| | 350 | 9 | 9 | 9 |
| Comb. N°5 | 250 | 9 | 9 | 9 |
| | 300 | 9 | 9 | 9 |
| | 350 | 9 | 9 | 9 |
| Comb. N°6 | 250 | 9 | 9 | 9 |
| | 300 | 9 | 9 | 9 |
| | 350 | 9 | 9 | 9 |
| Comb. N°7 | 250 | 9 | 9 | 9 |
| | 300 | 9 | 9 | 9 |
| | 350 | 9 | 9 | 9 |
| Comb. N°8 | 250 | 9 | 9 | 9 |
| | 300 | 9 | 9 | 9 |
| | 350 | 9 | 9 | 9 |

Los ensayos realizados y los resultados se presentan en planillas adjuntas donde se presenta los valores y cálculos realizados para obtener el valor de resistencia que presenta el adoquín ensayado.

| | | |
|--|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO " | | |

Resistencia a flexión del adoquín tipo doble S (método de la carga en el punto medio)
(edad 28 días)

| Característica (Rótulo probeta) | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura Promedio [cm] | Base de Rotura [mm] | Carga [KN] | Resistencia a tracción por flexión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|---------------------------------|------------------|------------------|-------------------------|------------------------|---------------|---|-------------------|
| Combinación 1 C=250 (A) -1 | 99.55 | 98.10 | 9.88 | 122.00 | 17.60 | 3.77 | 3.73 |
| Combinación 1 C=250 (A) -2 | 98.55 | 100.10 | 9.93 | 129.20 | 19.50 | 3.90 | |
| Combinación 1 C=250 (A) -3 | 98.60 | 96.40 | 9.75 | 124.65 | 16.30 | 3.51 | |
| Combinación 1 C=250 (B) -1 | 97.35 | 96.55 | 9.70 | 125.40 | 17.60 | 3.81 | 4.02 |
| Combinación 1 C=250 (B) -2 | 101.20 | 99.15 | 10.02 | 122.75 | 21.00 | 4.35 | |
| Combinación 1 C=250 (B) -3 | 98.35 | 99.30 | 9.88 | 128.15 | 19.20 | 3.91 | |
| Combinación 1 C=250 (C) -1 | 101.65 | 102.00 | 10.18 | 121.65 | 18.70 | 3.78 | 3.90 |
| Combinación 1 C=250 (C) -2 | 101.30 | 100.05 | 10.07 | 126.40 | 20.50 | 4.08 | |
| Combinación 1 C=250 (C) -3 | 99.95 | 101.40 | 10.07 | 121.20 | 18.50 | 3.84 | |
| Combinación 1 C=300 (A) -1 | 98.40 | 96.50 | 9.75 | 133.35 | 17.40 | 3.50 | 3.87 |
| Combinación 1 C=300 (A) -2 | 97.40 | 101.10 | 9.93 | 130.85 | 20.60 | 4.08 | |
| Combinación 1 C=300 (A) -3 | 97.90 | 97.95 | 9.79 | 124.55 | 18.90 | 4.04 | |
| Combinación 1 C=300 (B) -1 | 94.80 | 96.10 | 9.55 | 128.90 | 19.40 | 4.21 | 4.14 |
| Combinación 1 C=300 (B) -2 | 98.20 | 99.10 | 9.87 | 127.15 | 18.90 | 3.89 | |
| Combinación 1 C=300 (B) -3 | 97.40 | 96.30 | 9.69 | 128.40 | 20.30 | 4.30 | |
| Combinación 1 C=300 (C) -1 | 98.60 | 99.10 | 9.89 | 127.40 | 19.10 | 3.91 | 4.10 |
| Combinación 1 C=300 (C) -2 | 96.05 | 93.95 | 9.50 | 129.35 | 17.70 | 3.87 | |
| Combinación 1 C=300 (C) -3 | 98.80 | 96.10 | 9.75 | 128.60 | 21.70 | 4.53 | |
| Combinación 1 C=350 (A) -1 | 98.80 | 97.00 | 9.79 | 125.55 | 19.90 | 4.22 | 4.45 |
| Combinación 1 C=350 (A) -2 | 98.15 | 98.00 | 9.81 | 131.45 | 22.00 | 4.44 | |
| Combinación 1 C=350 (A) -3 | 96.00 | 97.25 | 9.66 | 131.85 | 22.70 | 4.70 | |
| Combinación 1 C=350 (B) -1 | 99.40 | 98.60 | 9.90 | 127.35 | 20.20 | 4.13 | 4.15 |
| Combinación 1 C=350 (B) -2 | 100.90 | 99.40 | 10.02 | 127.15 | 21.40 | 4.28 | |
| Combinación 1 C=350 (B) -3 | 97.40 | 101.60 | 9.95 | 127.10 | 20.00 | 4.05 | |
| Combinación 1 C=350 (C) -1 | 97.40 | 101.50 | 9.95 | 129.85 | 21.20 | 4.21 | 4.59 |
| Combinación 1 C=350 (C) -2 | 94.10 | 95.00 | 9.46 | 129.45 | 20.40 | 4.50 | |
| Combinación 1 C=350 (C) -3 | 95.60 | 96.20 | 9.59 | 122.45 | 22.40 | 5.07 | |
| Combinación 2 C=250 (A) -1 | 100.95 | 98.50 | 9.97 | 127.45 | 17.70 | 3.56 | 3.35 |
| Combinación 2 C=250 (A) -2 | 98.95 | 98.15 | 9.86 | 120.45 | 16.40 | 3.57 | |
| Combinación 2 C=250 (A) -3 | 101.95 | 98.60 | 10.03 | 123.30 | 14.10 | 2.90 | |
| Combinación 2 C=250 (B) -1 | 101.25 | 100.00 | 10.06 | 129.20 | 18.80 | 3.66 | 3.40 |
| Combinación 2 C=250 (B) -2 | 99.15 | 97.15 | 9.82 | 129.45 | 13.30 | 2.72 | |
| Combinación 2 C=250 (B) -3 | 96.40 | 98.75 | 9.76 | 126.60 | 18.00 | 3.81 | |
| Combinación 2 C=250 (C) -1 | 100.80 | 99.65 | 10.02 | 122.25 | 19.30 | 4.01 | 4.06 |
| Combinación 2 C=250 (C) -2 | 100.65 | 101.15 | 10.09 | 127.35 | 19.40 | 3.82 | |
| Combinación 2 C=250 (C) -3 | 97.55 | 98.85 | 9.82 | 127.25 | 20.90 | 4.34 | |
| Combinación 2 C=300 (A) -1 | 98.50 | 98.75 | 9.86 | 124.15 | 19.60 | 4.14 | 4.40 |
| Combinación 2 C=300 (A) -2 | 95.20 | 96.80 | 9.60 | 126.55 | 19.60 | 4.29 | |
| Combinación 2 C=300 (A) -3 | 99.85 | 99.35 | 9.96 | 127.20 | 23.60 | 4.77 | |
| Combinación 2 C=300 (B) -1 | 97.45 | 98.00 | 9.77 | 119.15 | 20.20 | 4.53 | 4.48 |
| Combinación 2 C=300 (B) -2 | 100.05 | 96.45 | 9.83 | 128.15 | 23.60 | 4.86 | |
| Combinación 2 C=300 (B) -3 | 100.90 | 99.40 | 10.02 | 129.60 | 20.70 | 4.06 | |
| Combinación 2 C=300 (C) -1 | 98.05 | 99.25 | 9.87 | 123.65 | 21.20 | 4.49 | 4.26 |
| Combinación 2 C=300 (C) -2 | 97.60 | 97.35 | 9.75 | 129.10 | 21.20 | 4.41 | |
| Combinación 2 C=300 (C) -3 | 99.60 | 99.80 | 9.97 | 128.85 | 19.50 | 3.88 | |
| Combinación 2 C=350 (A) -1 | 95.40 | 98.30 | 9.69 | 127.20 | 17.90 | 3.83 | 4.12 |
| Combinación 2 C=350 (A) -2 | 96.60 | 99.30 | 9.80 | 123.50 | 19.70 | 4.24 | |
| Combinación 2 C=350 (A) -3 | 97.10 | 96.60 | 9.69 | 122.20 | 19.30 | 4.29 | |
| Combinación 2 C=350 (B) -1 | 99.30 | 102.65 | 10.10 | 126.05 | 23.30 | 4.62 | 4.95 |
| Combinación 2 C=350 (B) -2 | 103.10 | 97.10 | 10.01 | 125.85 | 27.00 | 5.46 | |
| Combinación 2 C=350 (B) -3 | 101.80 | 101.50 | 10.17 | 126.50 | 24.50 | 4.78 | |
| Combinación 2 C=350 (C) -1 | 99.15 | 97.90 | 9.85 | 128.60 | 26.30 | 5.37 | 4.79 |
| Combinación 2 C=350 (C) -2 | 95.95 | 94.00 | 9.50 | 128.45 | 19.90 | 4.38 | |
| Combinación 2 C=230 (C) -3 | 97.00 | 95.05 | 9.60 | 129.65 | 21.70 | 4.63 | |

**Resistencia a flexión del adoquín tipo doble S (método de la carga en el punto medio)
(edad 28 días)**

| Característica (Rótulo probeta) | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura Promedio [cm] | Base de Rotura [mm] | Carga [KN] | Resistencia a tracción por flexión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|------------------|------------------|-------------------------|------------------------|---------------|---|-------------------|
| Combinación 3 C=250 (A) -1 | 97.75 | 98.80 | 9.83 | 130.55 | 12.90 | 2.61 | 2.99 |
| Combinación 3 C=250 (A) -2 | 97.00 | 94.65 | 9.58 | 128.15 | 15.20 | 3.29 | |
| Combinación 3 C=250 (A) -3 | 97.10 | 97.05 | 9.71 | 127.35 | 14.50 | 3.08 | |
| Combinación 3 C=250 (B) -1 | 95.15 | 96.10 | 9.56 | 125.35 | 13.60 | 3.03 | 2.98 |
| Combinación 3 C=250 (B) -2 | 98.15 | 96.45 | 9.73 | 127.30 | 15.10 | 3.19 | |
| Combinación 3 C=250 (B) -3 | 95.25 | 94.40 | 9.48 | 127.40 | 12.20 | 2.72 | |
| Combinación 3 C=250 (C) -1 | 94.80 | 94.65 | 9.47 | 128.40 | 12.40 | 2.74 | 3.02 |
| Combinación 3 C=250 (C) -2 | 95.05 | 97.50 | 9.63 | 131.35 | 12.70 | 2.66 | |
| Combinación 3 C=250 (C) -3 | 97.85 | 96.95 | 9.74 | 123.50 | 16.80 | 3.66 | |
| Combinación 3 C=300 (A) -1 | 95.05 | 95.95 | 9.55 | 129.90 | 17.00 | 3.66 | 3.60 |
| Combinación 3 C=300 (A) -2 | 97.10 | 99.75 | 9.84 | 123.75 | 18.20 | 3.87 | |
| Combinación 3 C=300 (A) -3 | 97.00 | 98.75 | 9.79 | 126.20 | 15.50 | 3.27 | |
| Combinación 3 C=300 (B) -1 | 97.25 | 97.50 | 9.74 | 127.65 | 16.10 | 3.39 | 3.36 |
| Combinación 3 C=300 (B) -2 | 97.00 | 96.90 | 9.70 | 123.85 | 15.50 | 3.40 | |
| Combinación 3 C=300 (B) -3 | 96.40 | 100.20 | 9.83 | 127.05 | 15.80 | 3.28 | |
| Combinación 3 C=300 (C) -1 | 96.85 | 93.95 | 9.54 | 125.95 | 12.50 | 2.78 | 3.02 |
| Combinación 3 C=300 (C) -2 | 98.25 | 96.25 | 9.73 | 127.85 | 14.60 | 3.08 | |
| Combinación 3 C=300 (C) -3 | 97.15 | 97.80 | 9.75 | 124.55 | 14.80 | 3.19 | |
| Combinación 3 C=350 (A) -1 | 97.15 | 95.80 | 9.65 | 126.35 | 15.10 | 3.27 | 3.68 |
| Combinación 3 C=350 (A) -2 | 95.20 | 97.75 | 9.65 | 124.15 | 17.80 | 3.93 | |
| Combinación 3 C=350 (A) -3 | 94.55 | 97.65 | 9.61 | 125.25 | 17.40 | 3.84 | |
| Combinación 3 C=350 (B) -1 | 95.65 | 96.65 | 9.62 | 126.75 | 15.70 | 3.42 | 3.17 |
| Combinación 3 C=350 (B) -2 | 96.60 | 97.40 | 9.70 | 128.65 | 15.20 | 3.20 | |
| Combinación 3 C=350 (B) -3 | 97.65 | 96.75 | 9.72 | 124.45 | 13.40 | 2.91 | |
| Combinación 3 C=350 (C) -1 | 98.80 | 96.45 | 9.76 | 127.10 | 18.90 | 3.98 | 3.82 |
| Combinación 3 C=350 (C) -2 | 97.70 | 98.15 | 9.79 | 125.75 | 17.00 | 3.59 | |
| Combinación 3 C=350 (C) -3 | 98.35 | 97.85 | 9.81 | 123.70 | 18.10 | 3.88 | |
| Combinación 4 C=250 (A) -1 | 101.80 | 100.60 | 10.12 | 126.15 | 12.20 | 2.41 | 2.41 |
| Combinación 4 C=250 (A) -2 | 98.30 | 98.20 | 9.83 | 126.85 | 11.70 | 2.44 | |
| Combinación 4 C=250 (A) -3 | 99.80 | 98.60 | 9.92 | 129.35 | 11.90 | 2.38 | |
| Combinación 4 C=250 (B) -1 | 98.45 | 98.80 | 9.86 | 129.55 | 16.10 | 3.26 | 2.82 |
| Combinación 4 C=250 (B) -2 | 99.90 | 100.60 | 10.03 | 128.25 | 13.50 | 2.67 | |
| Combinación 4 C=250 (B) -3 | 101.50 | 99.20 | 10.04 | 128.70 | 12.90 | 2.54 | |
| Combinación 4 C=250 (C) -1 | 100.75 | 100.00 | 10.04 | 123.45 | 16.90 | 3.46 | 3.24 |
| Combinación 4 C=250 (C) -2 | 100.95 | 100.20 | 10.06 | 124.15 | 15.20 | 3.09 | |
| Combinación 4 C=250 (C) -3 | 100.60 | 96.80 | 9.87 | 127.40 | 15.40 | 3.16 | |
| Combinación 4 C=300 (A) -1 | 99.20 | 98.90 | 9.91 | 131.50 | 16.30 | 3.22 | 3.46 |
| Combinación 4 C=300 (A) -2 | 98.65 | 98.35 | 9.85 | 127.45 | 17.90 | 3.69 | |
| Combinación 4 C=300 (A) -3 | 101.30 | 98.60 | 10.00 | 127.30 | 17.30 | 3.47 | |
| Combinación 4 C=300 (B) -1 | 97.70 | 96.50 | 9.71 | 126.40 | 14.00 | 3.00 | 3.00 |
| Combinación 4 C=300 (B) -2 | 97.30 | 95.45 | 9.64 | 130.90 | 15.90 | 3.33 | |
| Combinación 4 C=300 (B) -3 | 96.65 | 97.75 | 9.72 | 125.50 | 12.40 | 2.67 | |
| Combinación 4 C=300 (C) -1 | 95.35 | 95.15 | 9.53 | 128.65 | 13.20 | 2.88 | 3.34 |
| Combinación 4 C=300 (C) -2 | 96.80 | 98.40 | 9.76 | 125.90 | 18.30 | 3.89 | |
| Combinación 4 C=300 (C) -3 | 97.85 | 97.65 | 9.78 | 129.70 | 15.80 | 3.25 | |
| Combinación 4 C=350 (A) -1 | 98.50 | 97.80 | 9.82 | 128.00 | 17.40 | 3.60 | 3.63 |
| Combinación 4 C=350 (A) -2 | 98.60 | 99.30 | 9.90 | 123.75 | 17.40 | 3.66 | |
| Combinación 4 C=350 (A) -3 | 98.30 | 98.55 | 9.84 | 126.35 | 17.40 | 3.62 | |
| Combinación 4 C=350 (B) -1 | 98.60 | 99.20 | 9.89 | 129.30 | 19.90 | 4.01 | 3.44 |
| Combinación 4 C=350 (B) -2 | 97.10 | 96.20 | 9.67 | 125.85 | 14.50 | 3.15 | |
| Combinación 4 C=350 (B) -3 | 96.80 | 94.75 | 9.58 | 124.30 | 14.10 | 3.15 | |
| Combinación 4 C=350 (C) -1 | 99.90 | 99.80 | 9.99 | 123.75 | 16.80 | 3.47 | 3.71 |
| Combinación 4 C=350 (C) -2 | 98.70 | 96.60 | 9.77 | 128.70 | 17.50 | 3.64 | |
| Combinación 4 C=230 (C) -3 | 98.60 | 99.20 | 9.89 | 129.30 | 19.90 | 4.01 | |

| | | |
|---|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |

Resistencia a flexión del adoquín tipo doble S (método de la carga en el punto medio)
(Edad 28 días)

| Característica (Rótulo probeta) | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura Promedio [cm] | Base de Rotura [mm] | Carga [KN] | Resistencia a tracción por flexión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|---|-------------------|
| Combinación 5 C=250 (A) -2 | 99.75 | 103.00 | 10.14 | 127.75 | 26.00 | 5.05 | 5.36 |
| Combinación 5 C=250 (A) -6 | 97.15 | 96.90 | 9.70 | 124.75 | 25.20 | 5.47 | |
| Combinación 5 C=250 (A) -8 | 97.45 | 97.30 | 9.74 | 123.10 | 25.40 | 5.55 | |
| Combinación 5 C=250 (B) -2 | 98.55 | 97.85 | 9.82 | 121.95 | 25.30 | 5.49 | 5.57 |
| Combinación 5 C=250 (B) -4 | 99.90 | 99.00 | 9.95 | 122.55 | 25.40 | 5.34 | |
| Combinación 5 C=250 (B) -8 | 98.30 | 97.25 | 9.78 | 125.60 | 27.70 | 5.88 | |
| Combinación 5 C=250 (C) -1 | 97.85 | 97.95 | 9.79 | 124.95 | 27.20 | 5.79 | 5.73 |
| Combinación 5 C=250 (C) -7 | 100.40 | 97.35 | 9.89 | 127.10 | 28.20 | 5.79 | |
| Combinación 5 C=250 (C) -9 | 97.10 | 97.35 | 9.72 | 126.25 | 26.30 | 5.62 | |
| Combinación 5 C=300 (A) -5 | 96.95 | 94.75 | 9.59 | 124.55 | 28.40 | 6.33 | 6.43 |
| Combinación 5 C=300 (A) -9 | 96.00 | 96.05 | 9.60 | 124.95 | 26.30 | 5.82 | |
| Combinación 5 C=300 (A) -12 | 96.25 | 95.35 | 9.58 | 122.35 | 31.50 | 7.15 | |
| Combinación 5 C=300 (B) -6 | 96.75 | 99.35 | 9.81 | 125.15 | 27.30 | 5.79 | 5.70 |
| Combinación 5 C=300 (B) -8 | 97.85 | 99.55 | 9.87 | 128.85 | 29.00 | 5.89 | |
| Combinación 5 C=300 (B) -12 | 96.25 | 96.85 | 9.66 | 125.40 | 24.80 | 5.41 | |
| Combinación 5 C=300 (C) -3 | 98.55 | 97.45 | 9.80 | 128.10 | 28.60 | 5.93 | 5.71 |
| Combinación 5 C=300 (C) -4 | 95.30 | 96.25 | 9.58 | 124.75 | 25.50 | 5.68 | |
| Combinación 5 C=300 (C) -6 | 97.65 | 97.30 | 9.75 | 125.65 | 25.90 | 5.53 | |
| Combinación 5 C=350 (A) -1 | 95.15 | 95.30 | 9.52 | 127.95 | 25.80 | 5.67 | 5.92 |
| Combinación 5 C=350 (A) -5 | 97.10 | 97.30 | 9.72 | 120.50 | 26.70 | 5.98 | |
| Combinación 5 C=350 (A) -12 | 99.20 | 98.05 | 9.86 | 129.30 | 30.20 | 6.12 | |
| Combinación 5 C=350 (B) -7 | 95.20 | 96.65 | 9.59 | 126.40 | 27.90 | 6.12 | 6.01 |
| Combinación 5 C=350 (B) -9 | 98.15 | 96.55 | 9.74 | 125.15 | 31.40 | 6.75 | |
| Combinación 5 C=350 (B) -12 | 97.30 | 99.60 | 9.85 | 126.55 | 24.90 | 5.18 | |
| Combinación 5 C=350 (C) -1 | 95.05 | 96.70 | 9.59 | 126.75 | 27.20 | 5.95 | 6.52 |
| Combinación 5 C=350 (C) -4 | 98.15 | 98.05 | 9.81 | 124.60 | 31.30 | 6.66 | |
| Combinación 5 C=350 (C) -9 | 95.60 | 95.70 | 9.57 | 125.35 | 31.30 | 6.96 | |
| Combinación 6 C=250 (A) -2 | 98.40 | 98.65 | 9.85 | 127.35 | 23.40 | 4.83 | 5.12 |
| Combinación 6 C=250 (A) -5 | 97.70 | 97.45 | 9.76 | 127.10 | 23.40 | 4.93 | |
| Combinación 6 C=250 (A) -9 | 98.40 | 98.75 | 9.86 | 125.40 | 26.70 | 5.59 | |
| Combinación 6 C=250 (B) -2 | 98.80 | 97.65 | 9.82 | 123.30 | 23.10 | 4.95 | 4.72 |
| Combinación 6 C=250 (B) -6 | 97.60 | 96.45 | 9.70 | 125.25 | 19.90 | 4.30 | |
| Combinación 6 C=250 (B) -9 | 98.85 | 96.75 | 9.78 | 125.35 | 23.10 | 4.91 | |
| Combinación 6 C=250 (C) -6 | 98.90 | 98.65 | 9.88 | 122.40 | 21.00 | 4.48 | 4.91 |
| Combinación 6 C=250 (C) -8 | 99.65 | 97.15 | 9.84 | 125.45 | 22.40 | 4.70 | |
| Combinación 6 C=250 (C) -9 | 97.15 | 97.55 | 9.74 | 126.50 | 26.00 | 5.53 | |
| Combinación 6 C=300 (A) -2 | 96.55 | 95.70 | 9.61 | 126.95 | 21.70 | 4.72 | 5.52 |
| Combinación 6 C=300 (A) -6 | 94.75 | 96.45 | 9.56 | 122.35 | 26.50 | 6.04 | |
| Combinación 6 C=300 (A) -7 | 95.05 | 96.00 | 9.55 | 124.65 | 25.90 | 5.81 | |
| Combinación 6 C=300 (B) -1 | 94.65 | 95.15 | 9.49 | 126.70 | 20.90 | 4.67 | 5.34 |
| Combinación 6 C=300 (B) -6 | 97.10 | 100.20 | 9.87 | 128.75 | 29.70 | 6.04 | |
| Combinación 6 C=300 (B) -10 | 96.65 | 98.55 | 9.76 | 125.10 | 24.80 | 5.31 | |
| Combinación 6 C=300 (C) -4 | 97.60 | 96.65 | 9.71 | 128.05 | 26.20 | 5.53 | 5.74 |
| Combinación 6 C=300 (C) -5 | 95.65 | 95.10 | 9.54 | 125.95 | 26.00 | 5.79 | |
| Combinación 6 C=300 (C) -9 | 94.55 | 94.50 | 9.45 | 129.25 | 26.70 | 5.90 | |
| Combinación 6 C=350 (C) -2 | 94.10 | 94.05 | 9.41 | 129.30 | 22.60 | 5.04 | 5.55 |
| Combinación 6 C=350 (C) -3 | 94.55 | 95.35 | 9.50 | 124.75 | 26.00 | 5.89 | |
| Combinación 6 C=350 (C) -8 | 93.90 | 96.45 | 9.52 | 129.00 | 26.20 | 5.72 | |
| Combinación 6 C=350 (B) -3 | 94.25 | 96.15 | 9.52 | 129.20 | 28.50 | 6.21 | 5.86 |
| Combinación 6 C=350 (B) -6 | 94.30 | 94.90 | 9.46 | 131.20 | 24.70 | 5.36 | |
| Combinación 6 C=350 (B) -11 | 91.30 | 92.65 | 9.20 | 128.50 | 25.60 | 6.01 | |
| Combinación 6 C=350 (A) -3 | 97.10 | 96.05 | 9.66 | 127.65 | 25.60 | 5.48 | 5.98 |
| Combinación 6 C=350 (A) -9 | 97.15 | 96.80 | 9.70 | 124.65 | 33.50 | 7.29 | |
| Combinación 6 C=350 (A) -12 | 95.00 | 95.05 | 9.50 | 131.90 | 24.10 | 5.16 | |

| | | |
|---|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO " | | |

**Resistencia a flexión del adoquín tipo doble S (método de la carga en el punto medio)
(Edad 28 días)**

| Característica (Rótulo probeta) | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura Promedio [cm] | Base de Rotura [mm] | Carga [KN] | Resistencia a tracción por flexión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|------------------|------------------|-------------------------|------------------------|---------------|---|-------------------|
| Combinación 7 C=250 (X) -3 | 97.95 | 101.60 | 9.98 | 123.35 | 24.40 | 5.07 | 4.77 |
| Combinación 7 C=250 (X) -9 | 97.80 | 98.95 | 9.84 | 122.15 | 21.80 | 4.70 | |
| Combinación 7 C=250 (X) -12 | 97.00 | 96.05 | 9.65 | 127.90 | 21.20 | 4.54 | |
| Combinación 7 C=250 (Y) -2 | 99.30 | 100.35 | 9.98 | 122.30 | 25.20 | 5.27 | 4.96 |
| Combinación 7 C=250 (Y) -5 | 99.40 | 101.10 | 10.03 | 122.45 | 24.70 | 5.12 | |
| Combinación 7 C=250 (Y) -11 | 98.10 | 98.85 | 9.85 | 128.00 | 21.90 | 4.50 | |
| Combinación 7 C=250 (Z) -2 | 99.20 | 97.50 | 9.84 | 123.85 | 22.90 | 4.87 | 4.68 |
| Combinación 7 C=250 (Z) -8 | 95.55 | 96.30 | 9.59 | 123.50 | 20.90 | 4.69 | |
| Combinación 7 C=250 (Z) -12 | 99.60 | 100.30 | 10.00 | 121.75 | 21.30 | 4.47 | |
| Combinación 7 C=300 (X) -1 | 95.00 | 96.90 | 9.60 | 124.50 | 22.10 | 4.92 | 5.11 |
| Combinación 7 C=300 (X) -5 | 96.30 | 97.20 | 9.68 | 127.15 | 25.50 | 5.46 | |
| Combinación 7 C=300 (X) -6 | 93.65 | 95.90 | 9.48 | 125.10 | 21.80 | 4.95 | |
| Combinación 7 C=300 (Y) -2 | 97.90 | 96.65 | 9.73 | 125.65 | 23.50 | 5.04 | 5.15 |
| Combinación 7 C=300 (Y) -7 | 97.05 | 97.70 | 9.74 | 125.35 | 23.60 | 5.06 | |
| Combinación 7 C=300 (Y) -8 | 96.20 | 98.10 | 9.72 | 120.60 | 23.90 | 5.35 | |
| Combinación 7 C=300 (Z) -3 | 94.00 | 93.55 | 9.38 | 124.90 | 18.10 | 4.20 | 5.15 |
| Combinación 7 C=300 (Z) -5 | 96.00 | 97.80 | 9.69 | 126.45 | 24.30 | 5.22 | |
| Combinación 7 C=300 (Z) -6 | 95.70 | 95.40 | 9.56 | 123.90 | 26.70 | 6.02 | |
| Combinación 7 C=350 (X) -6 | 95.65 | 95.25 | 9.55 | 128.15 | 21.90 | 4.78 | 5.17 |
| Combinación 7 C=350 (X) -9 | 98.05 | 96.65 | 9.74 | 125.45 | 29.10 | 6.24 | |
| Combinación 7 C=350 (X) -12 | 95.95 | 95.30 | 9.56 | 124.60 | 20.10 | 4.50 | |
| Combinación 7 C=350 (Y) -9 | 96.30 | 97.20 | 9.68 | 127.15 | 25.50 | 5.46 | 5.26 |
| Combinación 7 C=350 (Y) -10 | 97.80 | 95.95 | 9.69 | 123.70 | 22.40 | 4.92 | |
| Combinación 7 C=350 (Y) -12 | 95.55 | 94.15 | 9.49 | 119.65 | 22.80 | 5.40 | |
| Combinación 7 C=350 (Z) -4 | 96.80 | 95.30 | 9.61 | 125.75 | 23.20 | 5.10 | 5.15 |
| Combinación 7 C=350 (Z) -6 | 96.20 | 97.25 | 9.67 | 125.00 | 24.10 | 5.25 | |
| Combinación 7 C=350 (Z) -12 | 97.45 | 95.30 | 9.64 | 127.35 | 23.70 | 5.11 | |

**Resistencia a flexión del adoquín tipo doble S (método de la carga en el punto medio)
(Edad 28 días)**

| Característica (Rótulo probeta) | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura Promedio [cm] | Base de Rotura [mm] | Carga [KN] | Resistencia a tracción por flexión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|------------------|------------------|-------------------------|------------------------|---------------|---|-------------------|
| Combinación 8 C=250 (X) -1 | 97.40 | 97.40 | 9.74 | 124.95 | 23.00 | 4.95 | 4.53 |
| Combinación 8 C=250 (X) -5 | 99.45 | 99.50 | 9.95 | 126.85 | 22.50 | 4.57 | |
| Combinación 8 C=250 (X) -8 | 103.00 | 99.85 | 10.14 | 126.20 | 20.80 | 4.09 | |
| Combinación 8 C=250 (Y) -1 | 98.50 | 99.05 | 9.88 | 117.85 | 23.60 | 5.23 | 4.73 |
| Combinación 8 C=250 (Y) -8 | 94.50 | 93.15 | 9.38 | 129.60 | 22.20 | 4.96 | |
| Combinación 8 C=250 (Y) -10 | 97.90 | 98.70 | 9.83 | 126.90 | 19.20 | 3.99 | |
| Combinación 8 C=250 (Z) -4 | 97.80 | 99.15 | 9.85 | 122.65 | 22.30 | 4.78 | 4.33 |
| Combinación 8 C=250 (Z) -5 | 97.75 | 97.90 | 9.78 | 126.70 | 20.50 | 4.31 | |
| Combinación 8 C=250 (Z) -12 | 99.30 | 98.95 | 9.91 | 126.10 | 19.00 | 3.91 | |
| Combinación 8 C=300 (X) -4 | 94.70 | 95.05 | 9.49 | 126.55 | 21.40 | 4.79 | 4.96 |
| Combinación 8 C=300 (X) -5 | 90.60 | 92.90 | 9.18 | 130.90 | 22.90 | 5.30 | |
| Combinación 8 C=300 (X) -11 | 97.85 | 98.80 | 9.83 | 121.55 | 22.10 | 4.80 | |
| Combinación 8 C=300 (Y) -5 | 96.40 | 96.30 | 9.64 | 125.65 | 22.80 | 4.98 | 4.92 |
| Combinación 8 C=300 (Y) -8 | 97.20 | 98.80 | 9.80 | 125.50 | 23.70 | 5.01 | |
| Combinación 8 C=300 (Y) -12 | 97.05 | 98.50 | 9.78 | 122.25 | 21.80 | 4.76 | |
| Combinación 8 C=300 (Z) -3 | 98.50 | 97.05 | 9.78 | 125.45 | 22.40 | 4.76 | 5.11 |
| Combinación 8 C=300 (Z) -8 | 99.30 | 97.30 | 9.83 | 122.35 | 24.10 | 5.20 | |
| Combinación 8 C=300 (Z) -9 | 97.65 | 95.75 | 9.67 | 127.20 | 25.10 | 5.38 | |
| Combinación 8 C=350 (X) -2 | 95.80 | 96.50 | 9.62 | 124.45 | 21.90 | 4.85 | 5.28 |
| Combinación 8 C=350 (X) -5 | 95.40 | 94.70 | 9.51 | 124.90 | 25.10 | 5.67 | |
| Combinación 8 C=350 (X) -11 | 98.45 | 98.00 | 9.82 | 124.55 | 25.10 | 5.33 | |
| Combinación 8 C=350 (Y) -2 | 98.20 | 98.60 | 9.84 | 121.90 | 25.00 | 5.40 | 5.72 |
| Combinación 8 C=350 (Y) -10 | 99.70 | 99.10 | 9.94 | 125.15 | 30.60 | 6.31 | |
| Combinación 8 C=350 (Y) -12 | 97.30 | 98.80 | 9.81 | 124.85 | 25.70 | 5.46 | |
| Combinación 8 C=350 (Z) -1 | 95.50 | 96.60 | 9.61 | 122.75 | 23.50 | 5.29 | 5.59 |
| Combinación 8 C=350 (Z) -8 | 98.50 | 99.20 | 9.89 | 124.25 | 24.40 | 5.12 | |
| Combinación 8 C=350 (Z) -9 | 96.60 | 97.10 | 9.69 | 127.70 | 29.80 | 6.34 | |

Resistencia a Compresión del adoquín tipo doble S (Edad 28 días)

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|
| Combinación 1 C = 250 A - 1 | 123.9 | 122.0375 | 118.1 | 115.3625 | 97.9 | 97.7625 | 14078.5511 | 230 | 16.337 | 20.171 |
| | 120.45 | | 113.45 | | 97.85 | | | | | |
| | 120.8 | | 117.5 | | 97.7 | | | | | |
| | 123 | | 112.4 | | 97.6 | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 A - 2 | 121.8 | 120.6 | 118.45 | 119.725 | 100.15 | 100.65 | 14438.835 | 408 | 28.257 | 20.171 |
| | 120.3 | | 114 | | 100.05 | | | | | |
| | 119.2 | | 119.75 | | 100.8 | | | | | |
| | 121.1 | | 126.7 | | 101.6 | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 A - 3 | 122.65 | 121.525 | 114.05 | 118.9 | 96.8 | 97.4125 | 14449.3225 | 230 | 15.918 | 26.724 |
| | 120 | | 114.65 | | 97.8 | | | | | |
| | 120.75 | | 120.9 | | 97.45 | | | | | |
| | 122.7 | | 126 | | 97.6 | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 B - 1 | 120.2 | 121.2875 | 116.55 | 118.975 | 99.1 | 99.125 | 14430.1803 | 344 | 23.839 | 26.724 |
| | 120.7 | | 114.55 | | 99.3 | | | | | |
| | 120.3 | | 119.9 | | 99.1 | | | | | |
| | 123.95 | | 124.9 | | 99 | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 B - 2 | 122.6 | 120.5875 | 115.4 | 116.9875 | 97.9 | 98.25 | 14107.2302 | 358 | 25.377 | 26.724 |
| | 119.2 | | 111.5 | | 97.7 | | | | | |
| | 119.5 | | 117.4 | | 98.1 | | | | | |
| | 121.05 | | 123.65 | | 99.3 | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 B - 3 | 122.3 | 121.0125 | 116.95 | 114.7875 | 118.2 | 117.475 | 13890.7223 | 430 | 30.956 | 28.879 |
| | 119.55 | | 111.7 | | 119 | | | | | |
| | 118.7 | | 118.4 | | 118.7 | | | | | |
| | 123.5 | | 112.1 | | 114 | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 C - 1 | 119.2 | 120.075 | 113.3 | 112.6625 | 101.3 | 102.5 | 13527.9497 | 410 | 30.308 | 28.879 |
| | 120.2 | | 110.65 | | 102.2 | | | | | |
| | 121.4 | | 114.6 | | 102.8 | | | | | |
| | 119.5 | | 112.1 | | 103.7 | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 C - 2 | 122.4 | 120.275 | 112.2 | 116.75 | 101.1 | 99.675 | 14042.1063 | 370 | 26.349 | 28.879 |
| | 119.2 | | 118.9 | | 100 | | | | | |
| | 118.8 | | 116.1 | | 99 | | | | | |
| | 120.7 | | 119.8 | | 98.6 | | | | | |
| Combinación 1 C = 250 C - 3 | 120.2 | 120.6 | 108.8 | 105.1 | 100 | 100.2375 | 12675.06 | 380 | 29.980 | 25.956 |
| | 120 | | 107.1 | | 100.15 | | | | | |
| | 120.8 | | 101.4 | | 100.4 | | | | | |
| | 121.4 | | 103.1 | | 100.4 | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 A - 1 | 121.1 | 119.825 | 120 | 122.0875 | 95.4 | 96.05 | 14629.1347 | 330 | 22.558 | 25.956 |
| | 118.8 | | 118.5 | | 96.1 | | | | | |
| | 118.9 | | 121.95 | | 96 | | | | | |
| | 120.5 | | 127.9 | | 96.7 | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 A - 2 | 121.8 | 120.7625 | 115.5 | 119 | 97.1 | 96.6625 | 14370.7375 | 342 | 23.798 | 25.956 |
| | 119.5 | | 114.8 | | 96.85 | | | | | |
| | 119.35 | | 119.2 | | 96.5 | | | | | |
| | 122.4 | | 126.5 | | 96.2 | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 A - 3 | 125.3 | 122.775 | 117.4 | 118.9 | 96.4 | 95.925 | 14597.9475 | 460 | 31.511 | 30.974 |
| | 122.2 | | 118.4 | | 95.4 | | | | | |
| | 120.6 | | 115.7 | | 96.1 | | | | | |
| | 123 | | 124.1 | | 95.8 | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 B - 1 | 121.15 | 120.7875 | 115.5 | 117.175 | 99 | 97.925 | 14153.2753 | 454 | 32.077 | 30.974 |
| | 119.8 | | 112.8 | | 98.3 | | | | | |
| | 120.7 | | 116.9 | | 97.2 | | | | | |
| | 121.5 | | 123.5 | | 97.2 | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 B - 2 | 121.8 | 121.3125 | 116.1 | 118.7375 | 98.1 | 98.875 | 14404.343 | 410 | 28.464 | 30.974 |
| | 120.95 | | 114.9 | | 98.5 | | | | | |
| | 121.6 | | 118.75 | | 99.1 | | | | | |
| | 120.9 | | 125.2 | | 99.8 | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 B - 3 | 123.15 | 122.1375 | 118.1 | 117.325 | 95.7 | 96.325 | 14329.7822 | 464 | 32.380 | 31.225 |
| | 121.2 | | 113.4 | | 96 | | | | | |
| | 121.4 | | 116.7 | | 96.5 | | | | | |
| | 122.8 | | 121.1 | | 97.1 | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 C - 1 | 121.8 | 121.675 | 117.3 | 117.9 | 97.15 | 97.7375 | 14345.4825 | 408 | 28.441 | 31.225 |
| | 122 | | 113.9 | | 97.3 | | | | | |
| | 121.6 | | 118 | | 97.6 | | | | | |
| | 121.3 | | 122.4 | | 98.9 | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 C - 2 | 123.1 | 121.5 | 114.35 | 116.3 | 112 | 106.05 | 14130.45 | 410 | 29.015 | 31.225 |
| | 120.5 | | 114.1 | | 111.6 | | | | | |
| | 120 | | 112.15 | | 100.9 | | | | | |
| | 122.4 | | 124.6 | | 99.7 | | | | | |
| Combinación 1 C = 300 C - 3 | 123.6 | 121.475 | 113.4 | 116.375 | 95.7 | 95.575 | 14136.6531 | 512 | 36.218 | 31.225 |
| | 120.8 | | 111.4 | | 95.8 | | | | | |
| | 120 | | 116.6 | | 95.6 | | | | | |
| | 121.5 | | 124.1 | | 95.2 | | | | | |

Resistencia a Compresión del adoquín tipo doble S (Edad 28 días)

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|
| Combinación 1 C = 350 A - 1 | 125.75 | 124.69 | 126.50 | 119.44 | 95.00 | 95.39 | 14892.36 | 484.00 | 32.50 | |
| | 124.80 | | 113.60 | | 95.35 | | | | | |
| | 123.80 | | 120.20 | | 95.70 | | | | | |
| | 124.40 | | 117.45 | | 95.50 | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 A - 2 | 125.00 | 124.04 | 116.00 | 117.88 | 94.15 | 93.95 | 14620.92 | 280.00 | 19.15 | 27.74 |
| | 123.65 | | 112.70 | | 94.25 | | | | | |
| | 122.90 | | 117.20 | | 94.20 | | | | | |
| | 124.60 | | 125.60 | | 93.20 | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 A - 3 | 124.90 | 123.23 | 118.25 | 117.24 | 97.40 | 97.51 | 14446.59 | 456.00 | 31.56 | |
| | 122.45 | | 112.20 | | 97.45 | | | | | |
| | 122.60 | | 116.40 | | 97.40 | | | | | |
| | 122.95 | | 122.10 | | 97.80 | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 B - 1 | 121.90 | 120.08 | 111.60 | 112.93 | 99.00 | 99.50 | 13559.47 | 558.00 | 41.15 | |
| | 119.60 | | 108.00 | | 99.50 | | | | | |
| | 118.95 | | 111.60 | | 99.60 | | | | | |
| | 119.85 | | 120.50 | | 99.90 | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 B - 2 | 122.15 | 121.03 | 118.70 | 121.14 | 98.50 | 98.89 | 14660.67 | 634.00 | 43.24 | 41.58 |
| | 120.55 | | 119.30 | | 98.80 | | | | | |
| | 120.20 | | 119.70 | | 98.85 | | | | | |
| | 121.20 | | 126.85 | | 99.40 | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 B - 3 | 121.15 | 119.94 | 118.75 | 115.70 | 98.90 | 99.08 | 13876.77 | 560.00 | 40.36 | |
| | 119.50 | | 115.70 | | 99.30 | | | | | |
| | 118.65 | | 110.25 | | 99.30 | | | | | |
| | 120.45 | | 118.10 | | 98.80 | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 C - 1 | 125.10 | 124.29 | 110.55 | 112.24 | 97.00 | 97.59 | 13949.72 | 534.00 | 38.28 | |
| | 121.25 | | 108.15 | | 97.70 | | | | | |
| | 129.30 | | 110.10 | | 97.75 | | | | | |
| | 121.50 | | 120.15 | | 97.90 | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 C - 2 | 122.65 | 121.80 | 118.55 | 121.24 | 99.20 | 99.60 | 14766.73 | 488.00 | 33.05 | 34.41 |
| | 120.85 | | 116.10 | | 99.45 | | | | | |
| | 120.70 | | 120.85 | | 99.75 | | | | | |
| | 123.00 | | 129.45 | | 100.00 | | | | | |
| Combinación 1 C = 350 C - 3 | 123.15 | 122.13 | 113.35 | 115.96 | 96.15 | 96.08 | 14161.92 | 452.00 | 31.92 | |
| | 121.15 | | 110.90 | | 95.90 | | | | | |
| | 120.70 | | 116.20 | | 96.15 | | | | | |
| | 123.50 | | 123.40 | | 96.10 | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 A - 1 | 124.2 | 120.975 | 116.4 | 118.275 | 100.4 | 100.0125 | 14308.3181 | 290 | 20.268 | |
| | 118.6 | | 111.6 | | 100.1 | | | | | |
| | 116.7 | | 119.95 | | 99.95 | | | | | |
| | 124.4 | | 125.15 | | 99.6 | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 A - 2 | 120.1 | 120.625 | 115.15 | 113.2875 | 97.8 | 98.8875 | 13665.3047 | 330 | 24.149 | 21.330 |
| | 121.15 | | 110 | | 98.1 | | | | | |
| | 120.8 | | 115.9 | | 99.4 | | | | | |
| | 120.45 | | 112.1 | | 100.25 | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 A - 3 | 123.5 | 122.1875 | 117.2 | 121.2625 | 96.6 | 98.0625 | 14816.7617 | 290 | 19.572 | |
| | 120.05 | | 115.4 | | 97.6 | | | | | |
| | 121.55 | | 123.2 | | 98.3 | | | | | |
| | 123.65 | | 129.25 | | 99.75 | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 B - 1 | 123.8 | 121.3125 | 113.8 | 114.075 | 98.3 | 98.5875 | 13838.7234 | 428 | 30.928 | |
| | 119.3 | | 111.75 | | 98.3 | | | | | |
| | 118.95 | | 118.35 | | 98.4 | | | | | |
| | 123.2 | | 112.4 | | 99.35 | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 B - 2 | 121.5 | 120.275 | 116.9 | 114.45 | 97.9 | 97.3625 | 13765.4738 | 380 | 27.605 | 29.145 |
| | 119.1 | | 112.25 | | 97.55 | | | | | |
| | 119.15 | | 116.5 | | 97.15 | | | | | |
| | 121.35 | | 112.15 | | 96.85 | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 B - 3 | 121.9 | 120.6125 | 115 | 114.175 | 99.7 | 99.85 | 13770.9322 | 398 | 28.901 | |
| | 120.8 | | 111.75 | | 99.85 | | | | | |
| | 119 | | 118 | | 99.75 | | | | | |
| | 120.75 | | 111.95 | | 100.1 | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 C - 1 | 123.1 | 121.3 | 120.85 | 121.275 | 99.7 | 99.5 | 14710.6575 | 458 | 31.134 | |
| | 119.6 | | 116.55 | | 99.5 | | | | | |
| | 119.2 | | 122.9 | | 99.3 | | | | | |
| | 123.3 | | 124.8 | | 99.5 | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 C - 2 | 122.35 | 121.375 | 111.6 | 111.9625 | 100.4 | 100.35 | 13589.4484 | 370 | 27.227 | 29.278 |
| | 120.5 | | 109.25 | | 100.25 | | | | | |
| | 120.3 | | 114.7 | | 100.3 | | | | | |
| | 122.35 | | 112.3 | | 100.45 | | | | | |
| Combinación 2 C = 250 C - 3 | 123.6 | 121.925 | 112.7 | 109.6375 | 104.85 | 103.025 | 13367.5522 | 394 | 29.474 | |
| | 120.9 | | 107.75 | | 103.65 | | | | | |
| | 120 | | 105.8 | | 102.45 | | | | | |
| | 123.2 | | 112.3 | | 101.15 | | | | | |

Resistencia a Compresión del adoquín tipo doble S (Edad 28 días)

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|---------------------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------------------|------------|--------------------------------|----------------|
| Combinación 2 C = 300 A - 1 | 124.1 | 121.9125 | 118.8 | 118.9875 | 98.7 | 98.4125 | 14506.0636 | 420 | 28.953 | 30.988 |
| | 121.15 | | 114.1 | | 98.5 | | | | | |
| | 120.2 | | 118.05 | | 98.3 | | | | | |
| | 122.2 | | 125 | | 98.15 | | | | | |
| | 124.8 | | 119.6 | | 97.05 | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 A - 2 | 119.7 | 122.1875 | 118.3 | 122.7 | 97.3 | 97.5875 | 14992.4063 | 488 | 32.550 | 30.988 |
| | 119.4 | | 122.9 | | 97.35 | | | | | |
| | 124.85 | | 130 | | 98.65 | | | | | |
| | 125.95 | | 117 | | 98.65 | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 A - 3 | 120 | 122.7125 | 119.3 | 119.15 | 98.6 | 98.55 | 14621.1944 | 460 | 31.461 | 31.059 |
| | 119.25 | | 118.25 | | 98.55 | | | | | |
| | 125.65 | | 122.05 | | 98.4 | | | | | |
| | 125.95 | | 117 | | 98.65 | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 B - 1 | 120 | 122.7125 | 119.3 | 119.15 | 98.6 | 98.55 | 14621.1944 | 460 | 31.461 | 31.059 |
| | 119.25 | | 118.25 | | 98.55 | | | | | |
| | 125.65 | | 122.05 | | 98.4 | | | | | |
| | 124.6 | | 117.2 | | 97.75 | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 B - 2 | 121.1 | 123.75 | 112.05 | 118.275 | 97.8 | 97.65 | 14636.5313 | 468 | 31.975 | 31.059 |
| | 121.2 | | 119.65 | | 97.7 | | | | | |
| | 128.1 | | 124.2 | | 97.35 | | | | | |
| | 124.3 | | 118.05 | | 99.35 | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 B - 3 | 117.7 | 121.4625 | 113 | 117.65 | 99.7 | 99.7375 | 14290.0631 | 425 | 29.741 | 30.409 |
| | 118.9 | | 115.65 | | 99.6 | | | | | |
| | 124.95 | | 123.9 | | 100.3 | | | | | |
| | 124.45 | | 119.25 | | 98.8 | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 C - 1 | 121.1 | 123.7125 | 112.3 | 118.3625 | 98.65 | 98.55 | 14642.9208 | 470 | 32.097 | 30.409 |
| | 121.3 | | 119.7 | | 98.35 | | | | | |
| | 128 | | 122.2 | | 98.4 | | | | | |
| | 124.9 | | 122.2 | | 98 | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 C - 2 | 119.3 | 123.2625 | 119.65 | 121.5 | 97.95 | 97.825 | 14976.3938 | 450 | 30.047 | 30.409 |
| | 120.55 | | 118.1 | | 97.65 | | | | | |
| | 128.3 | | 126.05 | | 97.7 | | | | | |
| | 124.8 | | 115.8 | | 97.3 | | | | | |
| Combinación 2 C = 300 C - 3 | 121.6 | 122.725 | 110.6 | 114.875 | 98.4 | 97.975 | 14098.0344 | 410 | 29.082 | 30.409 |
| | 120.9 | | 112.7 | | 98.3 | | | | | |
| | 123.6 | | 120.4 | | 97.9 | | | | | |
| | 126.1 | | 115.6 | | 95.85 | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 A - 1 | 123.95 | 124.4875 | 113.7 | 117.725 | 96 | 96.1125 | 14655.2909 | 482 | 32.889 | 33.417 |
| | 123.2 | | 117.4 | | 96 | | | | | |
| | 124.7 | | 124.2 | | 96.6 | | | | | |
| | 122.4 | | 115.2 | | 95 | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 A - 2 | 121.9 | 122.675 | 111.7 | 116.5375 | 95.4 | 95.575 | 14296.2378 | 536 | 37.492 | 33.417 |
| | 121.6 | | 115.8 | | 95.8 | | | | | |
| | 124.8 | | 123.45 | | 96.1 | | | | | |
| | 123.7 | | 112.2 | | 93.7 | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 A - 3 | 123.1 | 123.65 | 118.75 | 116.425 | 93.45 | 93.1875 | 14395.9513 | 430 | 29.870 | 33.417 |
| | 122.9 | | 113.15 | | 92.9 | | | | | |
| | 124.9 | | 121.6 | | 92.7 | | | | | |
| | 125.25 | | 114.35 | | 96.8 | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 B - 1 | 121.6 | 123.1625 | 110.35 | 114.875 | 97 | 96.9 | 14148.2922 | 548 | 38.733 | 37.663 |
| | 119.95 | | 115.3 | | 97 | | | | | |
| | 125.85 | | 119.5 | | 96.8 | | | | | |
| | 122.6 | | 113.5 | | 98.4 | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 B - 2 | 120.3 | 120.7625 | 108.6 | 113.6 | 98.55 | 99.125 | 13718.62 | 480 | 34.989 | 37.663 |
| | 118.9 | | 111.1 | | 99.2 | | | | | |
| | 121.25 | | 121.2 | | 100.35 | | | | | |
| | 120.2 | | 115.55 | | 97.95 | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 B - 3 | 119 | 119.65 | 110 | 115.7875 | 97.6 | 97.7625 | 13853.9744 | 544 | 39.267 | 37.663 |
| | 119.4 | | 116.2 | | 97.6 | | | | | |
| | 120 | | 121.4 | | 97.9 | | | | | |
| | 123.95 | | 115.55 | | 97.65 | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 C - 1 | 123.1 | 123.05 | 114.4 | 118.5375 | 98 | 97.925 | 14586.0394 | 572 | 39.216 | 34.506 |
| | 121.85 | | 119.2 | | 98.05 | | | | | |
| | 123.3 | | 125 | | 98 | | | | | |
| | 124.25 | | 115.75 | | 95.35 | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 C - 2 | 122 | 123.3375 | 111.4 | 116.0625 | 95.15 | 94.7625 | 14314.8586 | 430 | 30.039 | 34.506 |
| | 121.7 | | 116.1 | | 94.4 | | | | | |
| | 125.4 | | 121 | | 94.15 | | | | | |
| | 121.35 | | 111.4 | | 99.6 | | | | | |
| Combinación 2 C = 350 C - 3 | 120.2 | 121.2125 | 109.9 | 115.575 | 99.5 | 99.625 | 14009.1347 | 480 | 34.263 | 34.506 |
| | 120.4 | | 118.2 | | 99.35 | | | | | |
| | 122.9 | | 122.8 | | 100.05 | | | | | |

Resistencia a Compresión del adoquín tipo doble S (Edad 28 días)

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|
| Combinación 3 C = 250 A - 1 | 124.40 | 122.90 | 118.10 | 118.30 | 96.40 | 96.48 | 14539.07 | 248.00 | 17.06 | 19.53 |
| | 121.20 | | 112.10 | | 96.60 | | | | | |
| | 121.25 | | 118.00 | | 96.30 | | | | | |
| | 124.75 | | 125.00 | | 96.60 | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 A - 2 | 125.80 | 122.38 | 112.30 | 114.55 | 95.90 | 96.04 | 14018.06 | 314.00 | 22.40 | 19.53 |
| | 120.60 | | 108.40 | | 96.00 | | | | | |
| | 120.00 | | 116.90 | | 96.15 | | | | | |
| | 123.10 | | 120.60 | | 96.10 | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 A - 3 | 124.95 | 122.98 | 115.30 | 115.65 | 95.90 | 96.23 | 14222.06 | 272.00 | 19.13 | 19.53 |
| | 121.10 | | 111.10 | | 95.90 | | | | | |
| | 120.75 | | 115.30 | | 96.40 | | | | | |
| | 125.10 | | 120.90 | | 96.70 | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 B - 1 | 125.50 | 124.01 | 117.70 | 117.64 | 97.10 | 97.26 | 14588.52 | 268.00 | 18.37 | 18.71 |
| | 121.05 | | 111.80 | | 97.20 | | | | | |
| | 121.80 | | 117.75 | | 97.25 | | | | | |
| | 127.70 | | 123.30 | | 97.50 | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 B - 2 | 126.70 | 122.95 | 114.20 | 118.04 | 97.10 | 97.60 | 14512.71 | 306.00 | 21.08 | 18.71 |
| | 120.30 | | 113.45 | | 97.50 | | | | | |
| | 118.40 | | 120.10 | | 97.70 | | | | | |
| | 126.40 | | 124.40 | | 98.10 | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 B - 3 | 125.90 | 124.63 | 119.10 | 117.45 | 95.95 | 96.53 | 14637.21 | 244.00 | 16.67 | 18.71 |
| | 122.10 | | 112.50 | | 96.00 | | | | | |
| | 122.70 | | 117.70 | | 96.85 | | | | | |
| | 127.80 | | 120.50 | | 97.30 | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 C - 1 | 126.60 | 125.81 | 130.40 | 123.85 | 97.10 | 96.74 | 15581.88 | 238.00 | 15.27 | 16.58 |
| | 123.95 | | 126.00 | | 96.95 | | | | | |
| | 121.50 | | 117.60 | | 96.60 | | | | | |
| | 131.20 | | 121.40 | | 96.30 | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 C - 2 | 125.90 | 123.73 | 122.10 | 121.51 | 97.70 | 97.64 | 15034.13 | 238.00 | 15.83 | 16.58 |
| | 121.70 | | 115.70 | | 97.30 | | | | | |
| | 121.60 | | 121.85 | | 97.70 | | | | | |
| | 125.70 | | 126.40 | | 97.85 | | | | | |
| Combinación 3 C = 250 C - 3 | 127.00 | 123.73 | 118.05 | 118.86 | 97.10 | 96.10 | 14706.26 | 274.00 | 18.63 | 16.58 |
| | 121.60 | | 112.70 | | 96.30 | | | | | |
| | 121.50 | | 119.70 | | 95.85 | | | | | |
| | 124.80 | | 125.00 | | 95.15 | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 A - 1 | 126.10 | 123.25 | 115.10 | 115.76 | 99.60 | 99.16 | 14267.73 | 358.00 | 25.09 | 24.47 |
| | 120.70 | | 110.00 | | 99.00 | | | | | |
| | 121.60 | | 115.95 | | 99.05 | | | | | |
| | 124.60 | | 122.00 | | 99.00 | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 A - 2 | 124.10 | 122.34 | 118.50 | 120.55 | 97.80 | 98.09 | 14747.79 | 346.00 | 23.46 | 24.47 |
| | 120.10 | | 115.50 | | 97.90 | | | | | |
| | 119.20 | | 122.20 | | 97.95 | | | | | |
| | 125.95 | | 126.00 | | 98.70 | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 A - 3 | 123.20 | 123.56 | 120.30 | 121.15 | 95.35 | 95.98 | 14969.60 | 372.00 | 24.85 | 24.47 |
| | 122.50 | | 116.10 | | 95.75 | | | | | |
| | 122.60 | | 121.60 | | 96.40 | | | | | |
| | 125.95 | | 126.60 | | 96.40 | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 B - 1 | 125.40 | 124.11 | 110.65 | 114.04 | 97.50 | 97.70 | 14153.48 | 412.00 | 29.11 | 24.47 |
| | 123.30 | | 108.40 | | 97.70 | | | | | |
| | 122.65 | | 114.35 | | 98.00 | | | | | |
| | 125.10 | | 122.75 | | 97.60 | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 B - 2 | 125.10 | 122.95 | 115.30 | 118.76 | 96.10 | 96.40 | 14601.85 | 364.00 | 24.93 | 24.47 |
| | 121.30 | | 114.60 | | 96.40 | | | | | |
| | 120.00 | | 120.10 | | 96.50 | | | | | |
| | 125.40 | | 125.05 | | 96.60 | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 B - 3 | 125.40 | 123.98 | 116.15 | 120.66 | 94.60 | 95.19 | 14959.13 | 290.00 | 19.39 | 24.47 |
| | 121.00 | | 113.90 | | 95.00 | | | | | |
| | 122.50 | | 124.40 | | 95.05 | | | | | |
| | 127.00 | | 128.20 | | 96.10 | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 C - 1 | 126.20 | 123.93 | 117.70 | 120.65 | 99.00 | 99.11 | 14951.55 | 318.00 | 21.27 | 22.24 |
| | 120.80 | | 115.60 | | 99.40 | | | | | |
| | 121.30 | | 123.70 | | 99.05 | | | | | |
| | 127.40 | | 125.60 | | 99.00 | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 C - 2 | 123.00 | 121.89 | 118.10 | 119.41 | 96.20 | 95.83 | 14554.89 | 328.00 | 22.54 | 22.24 |
| | 119.40 | | 114.10 | | 96.00 | | | | | |
| | 120.10 | | 120.05 | | 95.60 | | | | | |
| | 125.05 | | 125.40 | | 95.50 | | | | | |
| Combinación 3 C = 300 C - 3 | 123.10 | 122.88 | 111.50 | 116.50 | 96.10 | 96.38 | 14314.94 | 328.00 | 22.91 | 22.24 |
| | 119.50 | | 113.70 | | 95.80 | | | | | |
| | 122.70 | | 117.80 | | 96.40 | | | | | |
| | 126.20 | | 123.00 | | 97.20 | | | | | |

Resistencia a Compresión del adoquín tipo doble S (Edad 28 días)

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|
| Combinación 3 C = 350 A - 1 | 123.00 | 122.58 | 118.50 | 119.43 | 95.20 | 96.50 | 14638.52 | 466.00 | 31.83 | |
| | 121.60 | | 114.00 | | 95.90 | | | | | |
| | 121.40 | | 119.40 | | 96.10 | | | | | |
| | 124.30 | | 125.80 | | 98.80 | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 A - 2 | 124.10 | 121.48 | 114.10 | 117.30 | 98.10 | 97.25 | 14249.02 | 470.00 | 32.98 | 32.16 |
| | 118.90 | | 112.40 | | 97.90 | | | | | |
| | 119.10 | | 118.30 | | 96.60 | | | | | |
| | 123.80 | | 124.40 | | 96.40 | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 A - 3 | 124.90 | 122.33 | 114.90 | 116.20 | 97.30 | 97.46 | 14214.17 | 450.00 | 31.66 | |
| | 121.40 | | 111.90 | | 97.95 | | | | | |
| | 119.40 | | 115.20 | | 97.10 | | | | | |
| | 123.60 | | 122.80 | | 97.50 | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 B - 1 | 121.70 | 120.68 | 111.85 | 115.06 | 94.40 | 96.20 | 13885.17 | 470.00 | 33.85 | |
| | 121.20 | | 110.20 | | 95.30 | | | | | |
| | 118.90 | | 115.70 | | 97.00 | | | | | |
| | 120.90 | | 122.50 | | 98.10 | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 B - 2 | 123.95 | 121.79 | 117.50 | 119.23 | 98.50 | 98.15 | 14520.11 | 464.00 | 31.96 | 30.96 |
| | 120.00 | | 115.80 | | 98.20 | | | | | |
| | 119.40 | | 120.20 | | 98.10 | | | | | |
| | 123.80 | | 123.40 | | 97.80 | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 B - 3 | 121.60 | 120.80 | 114.95 | 115.60 | 99.70 | 99.06 | 13964.48 | 378.00 | 27.07 | |
| | 118.60 | | 110.50 | | 99.40 | | | | | |
| | 119.40 | | 114.50 | | 98.60 | | | | | |
| | 123.60 | | 122.45 | | 98.55 | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 C - 1 | 123.70 | 121.71 | 115.60 | 119.75 | 98.50 | 98.54 | 14575.07 | 448.00 | 30.74 | |
| | 119.30 | | 114.60 | | 98.90 | | | | | |
| | 120.10 | | 121.10 | | 98.70 | | | | | |
| | 123.75 | | 127.70 | | 98.05 | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 C - 2 | 121.30 | 122.38 | 117.40 | 119.71 | 96.30 | 96.83 | 14649.82 | 470.00 | 32.08 | 31.60 |
| | 122.10 | | 114.70 | | 97.30 | | | | | |
| | 121.90 | | 121.80 | | 96.90 | | | | | |
| | 124.20 | | 124.95 | | 96.80 | | | | | |
| Combinación 3 C = 350 C - 3 | 122.20 | 122.36 | 114.50 | 116.00 | 96.80 | 97.51 | 14194.05 | 454.00 | 31.99 | |
| | 121.30 | | 111.10 | | 97.80 | | | | | |
| | 122.25 | | 118.40 | | 97.70 | | | | | |
| | 123.70 | | 120.00 | | 97.75 | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 A - 1 | 124.45 | 122.36 | 113.70 | 114.58 | 98.00 | 98.45 | 14019.68 | 272.00 | 19.40 | |
| | 119.80 | | 109.10 | | 98.30 | | | | | |
| | 120.60 | | 114.20 | | 98.70 | | | | | |
| | 124.60 | | 121.30 | | 98.80 | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 A - 2 | 123.10 | 121.79 | 113.55 | 116.66 | 98.00 | 97.06 | 14208.03 | 284.00 | 19.99 | 18.83 |
| | 120.30 | | 112.60 | | 97.50 | | | | | |
| | 120.25 | | 118.30 | | 96.45 | | | | | |
| | 123.50 | | 122.20 | | 96.30 | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 A - 3 | 122.70 | 121.08 | 111.75 | 115.04 | 101.45 | 99.94 | 13928.17 | 238.00 | 17.09 | |
| | 119.40 | | 110.30 | | 100.30 | | | | | |
| | 118.60 | | 116.30 | | 99.20 | | | | | |
| | 123.60 | | 121.80 | | 98.80 | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 B - 1 | 121.40 | 119.95 | 115.50 | 117.65 | 99.90 | 100.65 | 14112.12 | 270.00 | 19.13 | |
| | 118.10 | | 111.80 | | 100.30 | | | | | |
| | 118.30 | | 117.80 | | 100.70 | | | | | |
| | 122.00 | | 125.50 | | 101.70 | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 B - 2 | 123.10 | 121.33 | 111.10 | 113.63 | 99.60 | 100.79 | 13785.55 | 262.00 | 19.01 | 20.27 |
| | 118.80 | | 108.40 | | 100.30 | | | | | |
| | 119.40 | | 114.30 | | 100.90 | | | | | |
| | 124.00 | | 120.70 | | 102.35 | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 B - 3 | 121.60 | 121.10 | 117.20 | 121.58 | 100.00 | 100.13 | 14722.73 | 334.00 | 22.69 | |
| | 119.50 | | 115.20 | | 100.05 | | | | | |
| | 119.70 | | 124.80 | | 100.20 | | | | | |
| | 123.60 | | 129.10 | | 100.25 | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 C - 1 | 125.60 | 122.95 | 111.40 | 113.34 | 102.80 | 101.09 | 13934.85 | 340.00 | 24.40 | |
| | 120.80 | | 108.70 | | 101.30 | | | | | |
| | 120.60 | | 113.00 | | 100.25 | | | | | |
| | 124.80 | | 120.25 | | 100.00 | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 C - 2 | 121.70 | 121.13 | 115.00 | 116.90 | 98.80 | 99.15 | 14159.51 | 370.00 | 26.13 | 24.67 |
| | 119.80 | | 111.70 | | 99.50 | | | | | |
| | 120.50 | | 116.90 | | 99.00 | | | | | |
| | 122.50 | | 124.00 | | 99.30 | | | | | |
| Combinación 4 C = 250 C - 3 | 121.60 | 121.33 | 117.20 | 120.03 | 98.60 | 99.50 | 14562.03 | 342.00 | 23.49 | |
| | 120.30 | | 114.40 | | 99.10 | | | | | |
| | 121.10 | | 122.40 | | 99.80 | | | | | |
| | 122.30 | | 126.10 | | 100.50 | | | | | |

Resistencia a Compresión del adoquín tipo doble S (Edad 28 días)

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|
| Combinación 4 C = 300 A - 1 | 122.50 | 122.48 | 115.30 | 113.23 | 100.10 | 99.03 | 13867.23 | 392.00 | 28.27 | 28.37 |
| | 121.30 | | 111.50 | | 99.50 | | | | | |
| | 122.70 | | 104.70 | | 98.50 | | | | | |
| | 123.40 | | 121.40 | | 98.00 | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 A - 2 | 122.40 | 121.35 | 120.20 | 123.05 | 96.40 | 97.65 | 14932.12 | 412.00 | 27.59 | |
| | 120.00 | | 119.40 | | 96.90 | | | | | |
| | 120.05 | | 124.20 | | 98.20 | | | | | |
| | 122.95 | | 128.40 | | 99.10 | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 A - 3 | 124.30 | 124.40 | 117.70 | 119.85 | 95.50 | 95.28 | 14909.34 | 436.00 | 29.24 | |
| | 121.80 | | 114.00 | | 95.30 | | | | | |
| | 122.90 | | 122.20 | | 95.05 | | | | | |
| | 128.60 | | 125.50 | | 95.25 | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 B - 1 | 124.40 | 125.28 | 119.90 | 122.05 | 95.60 | 96.03 | 15289.81 | 360.00 | 23.55 | |
| | 123.10 | | 115.60 | | 96.00 | | | | | |
| | 123.30 | | 125.00 | | 96.10 | | | | | |
| | 130.30 | | 127.70 | | 96.40 | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 B - 2 | 123.15 | 122.81 | 114.05 | 117.30 | 95.50 | 95.98 | 14405.91 | 366.00 | 25.41 | |
| | 120.40 | | 113.10 | | 95.80 | | | | | |
| | 123.25 | | 118.55 | | 96.10 | | | | | |
| | 124.45 | | 123.50 | | 96.50 | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 B - 3 | 123.80 | 121.45 | 112.2 | 115.03 | 96.50 | 96.85 | 13969.79 | 356.00 | 25.48 | |
| | 119.50 | | 110.30 | | 96.90 | | | | | |
| | 119.20 | | 115.40 | | 96.80 | | | | | |
| | 123.30 | | 122.20 | | 97.20 | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 C - 1 | 121.30 | 120.60 | 111.80 | 114.13 | 98.90 | 98.74 | 13763.48 | 370.00 | 26.88 | |
| | 119.40 | | 109.20 | | 98.70 | | | | | |
| | 119.30 | | 114.40 | | 98.60 | | | | | |
| | 122.40 | | 121.10 | | 98.75 | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 C - 2 | 125.00 | 124.08 | 115.80 | 118.13 | 94.50 | 95.38 | 14656.36 | 412.00 | 28.11 | |
| | 121.60 | | 112.80 | | 95.00 | | | | | |
| | 122.10 | | 119.20 | | 95.50 | | | | | |
| | 127.60 | | 124.70 | | 96.50 | | | | | |
| Combinación 4 C = 300 C - 3 | 124.50 | 123.95 | 120.10 | 122.93 | 96.50 | 97.88 | 15236.55 | 382.00 | 25.07 | |
| | 123.20 | | 117.80 | | 98.00 | | | | | |
| | 121.50 | | 126.00 | | 98.80 | | | | | |
| | 126.60 | | 127.80 | | 98.20 | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 A - 1 | 123.00 | 121.85 | 115.30 | 119.73 | 97.20 | 97.08 | 14588.49 | 486.00 | 33.31 | |
| | 119.50 | | 114.70 | | 97.30 | | | | | |
| | 119.60 | | 122.30 | | 97.00 | | | | | |
| | 125.30 | | 126.60 | | 96.80 | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 A - 2 | 122.90 | 122.08 | 119.00 | 120.13 | 99.20 | 98.84 | 14664.26 | 450.00 | 30.69 | |
| | 119.90 | | 116.30 | | 99.05 | | | | | |
| | 120.50 | | 120.70 | | 98.60 | | | | | |
| | 125.00 | | 124.50 | | 98.50 | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 A - 3 | 124.30 | 121.96 | 113.20 | 116.00 | 95.70 | 95.46 | 14147.65 | 506.00 | 35.77 | |
| | 118.75 | | 111.00 | | 95.20 | | | | | |
| | 122.90 | | 116.40 | | 95.60 | | | | | |
| | 121.90 | | 123.40 | | 95.35 | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 B - 1 | 122.50 | 123.26 | 119.40 | 119.36 | 98.05 | 98.15 | 14712.92 | 474.00 | 32.22 | |
| | 122.95 | | 115.20 | | 98.50 | | | | | |
| | 122.20 | | 119.15 | | 98.30 | | | | | |
| | 125.40 | | 123.70 | | 97.75 | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 B - 2 | 121.40 | 120.38 | 115.60 | 118.88 | 100.90 | 100.39 | 14309.58 | 498.00 | 34.80 | |
| | 118.60 | | 114.30 | | 100.35 | | | | | |
| | 117.60 | | 120.00 | | 100.00 | | | | | |
| | 123.90 | | 125.60 | | 100.30 | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 B - 3 | 121.70 | 121.08 | 115.30 | 118.11 | 97.70 | 98.55 | 14300.47 | 536.00 | 37.48 | |
| | 118.80 | | 115.35 | | 98.40 | | | | | |
| | 120.10 | | 117.10 | | 98.80 | | | | | |
| | 123.70 | | 124.70 | | 99.30 | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 C - 1 | 125.10 | 124.35 | 116.35 | 117.11 | 98.15 | 97.63 | 14562.94 | 482.00 | 33.10 | |
| | 121.90 | | 110.70 | | 97.60 | | | | | |
| | 122.20 | | 117.40 | | 97.40 | | | | | |
| | 128.20 | | 124.00 | | 97.35 | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 C - 2 | 123.50 | 122.29 | 112.30 | 113.56 | 97.40 | 97.33 | 13887.27 | 450.00 | 32.40 | |
| | 121.05 | | 108.35 | | 97.20 | | | | | |
| | 121.20 | | 113.75 | | 97.30 | | | | | |
| | 123.40 | | 119.85 | | 97.40 | | | | | |
| Combinación 4 C = 350 C - 3 | 123.15 | 123.44 | 116.35 | 120.99 | 96.70 | 97.03 | 14934.39 | 536.00 | 35.89 | |
| | 121.50 | | 114.60 | | 97.20 | | | | | |
| | 121.90 | | 124.40 | | 96.80 | | | | | |
| | 127.20 | | 128.60 | | 97.40 | | | | | |

Resistencia a Compresión del adoquín tipo doble S (Edad 28 días)

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|---------------------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------------------|------------|--------------------------------|----------------|
| Combinación 5 C = 250 A - 1 | 122.5 | 120.513 | 117.25 | 118.9875 | 97.4 | 97.9625 | 14339.4811 | 476 | 33.195 | |
| | 117.7 | | 113.95 | | 97.55 | | | | | |
| | 118.2 | | 120.45 | | 98.4 | | | | | |
| | 123.65 | | 124.3 | | 98.5 | | | | | |
| | 124.3 | | 113.75 | | 97.5 | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 A - 7 | 118.75 | 121.463 | 108.15 | 113.275 | 97.4 | 97.4625 | 13758.6647 | 530 | 38.521 | 35.516 |
| | 118.6 | | 113.1 | | 97.35 | | | | | |
| | 124.2 | | 118.1 | | 97.6 | | | | | |
| | 122.9 | | 114.9 | | 100.2 | | | | | |
| | 116.7 | | 111.55 | | 99.95 | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 A - 12 | 116.4 | 119.838 | 117.65 | 116.9125 | 99.35 | 99.65 | 14010.5017 | 488 | 34.831 | |
| | 123.35 | | 123.55 | | 99.1 | | | | | |
| | 122.95 | | 113.85 | | 98 | | | | | |
| | 119.6 | | 112.25 | | 98.75 | | | | | |
| | 120.1 | | 120 | | 99.1 | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 B - 1 | 123.75 | 121.600 | 123.5 | 117.4 | 98.75 | 98.65 | 14275.84 | 470 | 32.923 | |
| | 123.3 | | 116.4 | | 98.5 | | | | | |
| | 118.55 | | 111.95 | | 97.5 | | | | | |
| | 119.05 | | 118.1 | | 98.5 | | | | | |
| | 125.4 | | 123.4 | | 98.2 | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 B - 3 | 120.8 | 121.575 | 114.7 | 117.4625 | 97.9 | 98.175 | 14280.5034 | 512 | 35.853 | 35.285 |
| | 117.55 | | 111.1 | | 97.5 | | | | | |
| | 118.7 | | 115.55 | | 96.8 | | | | | |
| | 125.6 | | 121.75 | | 96.75 | | | | | |
| | 124.7 | | 115.7 | | 98.1 | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 C - 5 | 118.05 | 121.288 | 110.95 | 116.4625 | 98 | 98.3 | 14125.4455 | 518 | 36.671 | |
| | 118.65 | | 116.1 | | 98.4 | | | | | |
| | 123.75 | | 123.1 | | 98.7 | | | | | |
| | 120.65 | | 115.55 | | 97.35 | | | | | |
| | 118.15 | | 113.15 | | 97.55 | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 C - 6 | 118.4 | 119.900 | 120.05 | 117.8875 | 97.1 | 97.4 | 14134.7113 | 552 | 39.053 | |
| | 122.4 | | 122.8 | | 97.6 | | | | | |
| | 125.2 | | 118.85 | | 96.95 | | | | | |
| | 119.8 | | 114.3 | | 96.9 | | | | | |
| | 119.4 | | 120.35 | | 97.4 | | | | | |
| Combinación 5 C = 250 C - 11 | 124.45 | 122.213 | 124.5 | 119.5 | 97.95 | 97.3 | 14604.3938 | 494 | 33.825 | |
| | 122.65 | | 123.95 | | 95.55 | | | | | |
| | 116.55 | | 121.5 | | 95.8 | | | | | |
| | 118.65 | | 114.85 | | 96.35 | | | | | |
| | 121.8 | | 120.55 | | 97.45 | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 A - 4 | 125.75 | 119.913 | 121.85 | 120.2125 | 97.75 | 96.2875 | 14414.9814 | 448 | 31.079 | |
| | 118.1 | | 115.95 | | 96.85 | | | | | |
| | 119.55 | | 108.85 | | 97.2 | | | | | |
| | 126.2 | | 114.05 | | 96.95 | | | | | |
| | 124 | | 124.15 | | 97 | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 A - 7 | 117.95 | 122.400 | 122.45 | 115.175 | 96.75 | 97.1875 | 14097.42 | 468 | 33.198 | |
| | 119.1 | | 114.15 | | 96.8 | | | | | |
| | 123.8 | | 121 | | 97.15 | | | | | |
| | 124.25 | | 125.7 | | 94.6 | | | | | |
| | 117.9 | | 122.35 | | 93.75 | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 A - 10 | 121.35 | 122.6875 | 114.25 | 120.825 | 93.05 | 93.9625 | 14823.7172 | 498 | 33.595 | |
| | 127.25 | | 121 | | 94.45 | | | | | |
| | 122.55 | | 117.45 | | 94.25 | | | | | |
| | 119.5 | | 117 | | 93.65 | | | | | |
| | 120.2 | | 110.3 | | 94.35 | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 B - 2 | 122.85 | 121.275 | 116.55 | 115.325 | 94.1 | 94.0875 | 13986.0394 | 558 | 39.897 | 36.587 |
| | 124.25 | | 123.9 | | 98.3 | | | | | |
| | 118.75 | | 120.45 | | 96.45 | | | | | |
| | 120.4 | | 114.95 | | 94.6 | | | | | |
| | 125.3 | | 120.9 | | 96 | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 B - 5 | 124.2 | 121.725 | 120.65 | 120.05 | 93.15 | 96.3375 | 14613.0863 | 530 | 36.269 | |
| | 115 | | 118.15 | | 92.95 | | | | | |
| | 119.15 | | 111.6 | | 93.2 | | | | | |
| | 121.55 | | 116.85 | | 94.45 | | | | | |
| | 125.15 | | 120.85 | | 95.85 | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 B - 11 | 118.8 | 119.975 | 119.7 | 116.8125 | 95.1 | 93.4375 | 14014.5797 | 548 | 39.102 | |
| | 119.9 | | 112.2 | | 95.45 | | | | | |
| | 129.45 | | 119.9 | | 95.95 | | | | | |
| | 124.4 | | 124.25 | | 94.3 | | | | | |
| | 118 | | 121.35 | | 94.4 | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 C - 5 | 118.95 | 123.325 | 114.6 | 118.1625 | 94.65 | 95.5875 | 14572.3903 | 610 | 41.860 | 36.227 |
| | 126.15 | | 120.5 | | 95 | | | | | |
| | 124.4 | | 124.25 | | 94.3 | | | | | |
| | 118 | | 121.35 | | 94.4 | | | | | |
| | 118.95 | | 114.6 | | 94.65 | | | | | |
| Combinación 5 C = 300 C - 7 | 126.15 | 121.875 | 120.5 | 120.175 | 95 | 94.5875 | 14646.3281 | 406 | 27.720 | |
| | 118 | | 121.35 | | 94.4 | | | | | |
| | 118.95 | | 114.6 | | 94.65 | | | | | |
| | 124.4 | | 124.25 | | 94.3 | | | | | |
| | 118 | | 121.35 | | 94.4 | | | | | |

Resistencia a Compresión del adoquín tipo doble S (Edad 28 días)

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|---------------------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------------------|------------|--------------------------------|----------------|
| Combinación 5 C = 350 A - 3 | 125.85 | 121.988 | 122.9 | 117.9625 | 93.35 | 92.8125 | 14389.9505 | 608 | 42.252 | 40.967 |
| | 119.55 | | 120.25 | | 92.1 | | | | | |
| | 118.9 | | 112.05 | | 92.6 | | | | | |
| | 123.65 | | 116.65 | | 93.2 | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 A - 4 | 122.75 | 121.950 | 125.4 | 119.3375 | 94.15 | 94.15 | 14553.2081 | 550 | 37.792 | 40.967 |
| | 118.15 | | 121.15 | | 93.8 | | | | | |
| | 121 | | 112.35 | | 93.8 | | | | | |
| | 125.9 | | 118.45 | | 94.85 | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 A - 6 | 122.85 | 121.488 | 122.35 | 117.1625 | 96.6 | 96.4375 | 14233.7792 | 610 | 42.856 | 41.685 |
| | 118.45 | | 116.95 | | 95.8 | | | | | |
| | 120.9 | | 112.1 | | 95.85 | | | | | |
| | 123.75 | | 117.25 | | 97.5 | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 B - 2 | 124.15 | 119.650 | 120.75 | 114.5625 | 92.2 | 92.0875 | 13707.4031 | 608 | 44.356 | 41.685 |
| | 118.7 | | 115.65 | | 91.25 | | | | | |
| | 118.45 | | 107.85 | | 91.75 | | | | | |
| | 117.3 | | 114 | | 93.15 | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 B - 4 | 121.3 | 120.500 | 125.1 | 120.175 | 97.45 | 96.6125 | 14481.0875 | 690 | 47.648 | 41.685 |
| | 117.9 | | 121.35 | | 96.5 | | | | | |
| | 119.25 | | 113.9 | | 96.65 | | | | | |
| | 123.55 | | 120.35 | | 95.85 | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 B - 11 | 122.65 | 121.400 | 117.4 | 114.15 | 95.3 | 95.825 | 13857.81 | 458 | 33.050 | 41.867 |
| | 118.55 | | 116.6 | | 95.45 | | | | | |
| | 119.2 | | 108.35 | | 95.85 | | | | | |
| | 125.2 | | 114.25 | | 96.7 | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 C - 6 | 123.75 | 121.400 | 118 | 116.6625 | 95.6 | 94.3375 | 14162.8275 | 548 | 38.693 | 41.867 |
| | 118.7 | | 118.6 | | 94.8 | | | | | |
| | 119.05 | | 111.75 | | 93.45 | | | | | |
| | 124.1 | | 118.3 | | 93.5 | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 C - 8 | 123.15 | 122.163 | 125.4 | 121 | 92.45 | 92.1375 | 14781.6625 | 632 | 42.756 | 41.867 |
| | 117.9 | | 124.9 | | 91.15 | | | | | |
| | 121.05 | | 114.45 | | 92.1 | | | | | |
| | 126.55 | | 119.25 | | 92.85 | | | | | |
| Combinación 5 C = 350 C - 11 | 120.55 | 120.138 | 120 | 117.2625 | 94.65 | 95.575 | 14087.6236 | 622 | 44.152 | 41.867 |
| | 118.2 | | 119.75 | | 95.3 | | | | | |
| | 118.35 | | 112 | | 95.95 | | | | | |
| | 123.45 | | 117.3 | | 96.4 | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 A - 6 | 125.15 | 122.463 | 121.75 | 119.80 | 97.80 | 96.99 | 14671.01 | 486.00 | 33.13 | 32.68 |
| | 118.55 | | 122.45 | | 97.15 | | | | | |
| | 119.25 | | 114.30 | | 96.65 | | | | | |
| | 126.90 | | 120.70 | | 96.35 | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 A - 7 | 123.00 | 122.088 | 122.85 | 118.89 | 97.25 | 97.46 | 14514.68 | 418.00 | 28.80 | 32.68 |
| | 118.80 | | 122.95 | | 97.15 | | | | | |
| | 119.65 | | 112.55 | | 97.55 | | | | | |
| | 126.90 | | 117.20 | | 97.90 | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 A - 12 | 122.35 | 120.275 | 119.20 | 116.93 | 99.55 | 99.34 | 14063.15 | 508.00 | 36.12 | 32.61 |
| | 119.75 | | 118.05 | | 99.15 | | | | | |
| | 117.65 | | 118.25 | | 99.25 | | | | | |
| | 121.35 | | 112.20 | | 99.40 | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 B - 3 | 122.95 | 119.375 | 119.40 | 115.55 | 98.70 | 97.81 | 13793.78 | 448.00 | 32.48 | 32.61 |
| | 117.80 | | 118.80 | | 98.05 | | | | | |
| | 117.60 | | 109.70 | | 97.15 | | | | | |
| | 119.15 | | 114.30 | | 97.35 | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 B - 7 | 124.25 | 122.500 | 122.90 | 121.06 | 98.35 | 97.25 | 14830.16 | 502.00 | 33.85 | 32.61 |
| | 119.25 | | 121.50 | | 97.35 | | | | | |
| | 121.50 | | 122.75 | | 96.85 | | | | | |
| | 125.00 | | 117.10 | | 96.45 | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 B - 8 | 123.95 | 122.650 | 125.65 | 122.11 | 97.15 | 96.68 | 14977.10 | 472.00 | 31.51 | 33.04 |
| | 119.55 | | 125.80 | | 96.65 | | | | | |
| | 120.75 | | 115.35 | | 96.55 | | | | | |
| | 126.35 | | 121.65 | | 96.35 | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 C - 3 | 122.20 | 121.475 | 122.20 | 118.73 | 95.50 | 96.06 | 14422.12 | 432.00 | 29.95 | 33.04 |
| | 118.75 | | 119.40 | | 95.95 | | | | | |
| | 119.10 | | 113.45 | | 96.35 | | | | | |
| | 125.85 | | 119.85 | | 96.45 | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 C - 5 | 122.95 | 121.150 | 117.10 | 112.34 | 95.25 | 97.04 | 13609.69 | 452.00 | 33.21 | 33.04 |
| | 119.00 | | 112.95 | | 96.65 | | | | | |
| | 118.75 | | 106.30 | | 97.90 | | | | | |
| | 123.90 | | 113.00 | | 98.35 | | | | | |
| Combinación 6 C = 250 C - 7 | 124.75 | 122.350 | 122.55 | 118.65 | 100.00 | 98.30 | 14517.13 | 522.00 | 35.96 | 33.04 |
| | 118.80 | | 121.45 | | 98.55 | | | | | |
| | 119.50 | | 111.75 | | 97.70 | | | | | |
| | 126.35 | | 118.86 | | 96.95 | | | | | |

| | | |
|---|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |

Resistencia a Compresión del adoquín tipo doble S (Edad 28 días)

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|---------------------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------------------|------------|--------------------------------|----------------|
| Combinación 6 C = 300 A - 8 | 123.10 | 123.86 | 120.05 | 118.36 | 94.65 | 95.50 | 14660.68 | 416.00 | 28.38 | 32.55 |
| | 122.40 | | 122.05 | | 95.00 | | | | | |
| | 122.45 | | 112.45 | | 95.60 | | | | | |
| | 127.50 | | 118.90 | | 96.75 | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 A - 11 | 120.60 | 120.81 | 112.60 | 115.44 | 95.00 | 95.39 | 13946.29 | 442.00 | 31.69 | |
| | 119.50 | | 110.30 | | 95.05 | | | | | |
| | 121.10 | | 117.75 | | 96.00 | | | | | |
| | 122.05 | | 121.10 | | 95.50 | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 A - 12 | 124.10 | 122.31 | 120.85 | 117.48 | 98.75 | 97.74 | 14368.66 | 540.00 | 37.58 | |
| | 119.65 | | 120.40 | | 98.10 | | | | | |
| | 120.90 | | 111.45 | | 97.15 | | | | | |
| | 124.60 | | 117.20 | | 96.95 | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 B - 5 | 122.20 | 122.69 | 124.35 | 120.89 | 96.55 | 96.19 | 14831.39 | 500.00 | 33.71 | |
| | 119.90 | | 123.20 | | 96.05 | | | | | |
| | 121.85 | | 115.25 | | 96.30 | | | | | |
| | 126.80 | | 120.75 | | 95.85 | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 B - 3 | 121.20 | 121.11 | 110.30 | 115.28 | 95.60 | 96.00 | 13961.24 | 508.00 | 36.39 | |
| | 120.30 | | 110.50 | | 95.65 | | | | | |
| | 121.10 | | 118.20 | | 96.05 | | | | | |
| | 121.85 | | 122.10 | | 96.70 | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 B - 4 | 124.20 | 120.55 | 116.60 | 120.04 | 96.00 | 95.68 | 14470.52 | 514.00 | 35.52 | |
| | 117.80 | | 115.50 | | 95.95 | | | | | |
| | 117.70 | | 121.15 | | 95.45 | | | | | |
| | 122.50 | | 126.90 | | 95.30 | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 C - 3 | 120.40 | 121.01 | 118.10 | 121.50 | 93.90 | 93.66 | 14703.02 | 530.00 | 36.05 | |
| | 119.90 | | 117.65 | | 94.45 | | | | | |
| | 121.45 | | 122.20 | | 93.60 | | | | | |
| | 122.30 | | 128.05 | | 92.70 | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 C - 7 | 125.85 | 122.91 | 123.50 | 119.81 | 95.00 | 94.64 | 14726.45 | 578.00 | 39.25 | |
| | 119.85 | | 122.80 | | 94.10 | | | | | |
| | 120.55 | | 113.45 | | 94.35 | | | | | |
| | 125.40 | | 119.50 | | 95.10 | | | | | |
| Combinación 6 C = 300 C - 8 | 125.35 | 122.66 | 122.55 | 117.76 | 96.50 | 95.14 | 14445.04 | 384.00 | 26.58 | |
| | 119.90 | | 123.20 | | 95.00 | | | | | |
| | 121.15 | | 110.75 | | 94.35 | | | | | |
| | 124.25 | | 114.55 | | 94.70 | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 A - 4 | 121.30 | 121.58 | 118.20 | 121.55 | 93.30 | 94.16 | 14777.44 | 460.00 | 31.13 | |
| | 120.20 | | 119.10 | | 94.00 | | | | | |
| | 120.50 | | 122.80 | | 94.45 | | | | | |
| | 124.30 | | 126.10 | | 94.90 | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 A - 10 | 123.60 | 121.53 | 119.35 | 114.38 | 96.00 | 96.04 | 13899.42 | 522.00 | 37.56 | |
| | 119.70 | | 108.50 | | 96.10 | | | | | |
| | 120.05 | | 110.05 | | 96.05 | | | | | |
| | 122.75 | | 119.60 | | 96.00 | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 A - 11 | 122.20 | 121.51 | 114.80 | 118.74 | 95.40 | 95.88 | 14428.09 | 590.00 | 40.89 | |
| | 120.55 | | 113.70 | | 95.80 | | | | | |
| | 120.30 | | 121.40 | | 95.90 | | | | | |
| | 123.00 | | 125.05 | | 96.40 | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 B - 4 | 121.40 | 122.65 | 118.70 | 114.71 | 91.80 | 92.24 | 14069.49 | 524.00 | 37.24 | |
| | 121.60 | | 111.50 | | 91.30 | | | | | |
| | 123.10 | | 111.05 | | 92.05 | | | | | |
| | 124.50 | | 117.60 | | 93.80 | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 B - 5 | 122.50 | 123.20 | 117.70 | 117.31 | 93.10 | 92.96 | 14452.90 | 596.00 | 41.24 | |
| | 121.05 | | 114.15 | | 92.60 | | | | | |
| | 123.60 | | 114.00 | | 93.05 | | | | | |
| | 125.65 | | 123.40 | | 93.10 | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 B - 10 | 122.00 | 122.60 | 114.60 | 117.66 | 95.25 | 95.06 | 14425.42 | 564.00 | 39.10 | |
| | 121.40 | | 113.05 | | 95.10 | | | | | |
| | 122.70 | | 121.30 | | 94.70 | | | | | |
| | 124.30 | | 121.70 | | 95.20 | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 C - 1 | 123.10 | 121.18 | 107.30 | 110.09 | 92.90 | 93.33 | 13339.85 | 518.00 | 38.83 | |
| | 119.90 | | 108.15 | | 93.00 | | | | | |
| | 120.00 | | 110.50 | | 93.05 | | | | | |
| | 121.70 | | 114.40 | | 94.35 | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 C - 7 | 122.90 | 122.33 | 115.40 | 119.80 | 93.30 | 94.11 | 14654.54 | 638.00 | 43.54 | |
| | 121.70 | | 115.80 | | 94.05 | | | | | |
| | 120.40 | | 121.90 | | 94.00 | | | | | |
| | 124.30 | | 126.10 | | 95.10 | | | | | |
| Combinación 6 C = 350 C - 11 | 125.00 | 123.75 | 109.40 | 114.36 | 95.60 | 96.39 | 14152.36 | 480.00 | 33.92 | |
| | 122.30 | | 110.70 | | 96.60 | | | | | |
| | 123.05 | | 116.55 | | 96.65 | | | | | |
| | 124.65 | | 120.80 | | 96.70 | | | | | |

Resistencia a Compresión del adoquín tipo doble S (Edad 28 días)

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|-----------------------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------------------|------------|--------------------------------|----------------|
| Combinación 7 C = 250 (X) - 2 | 122.1 | 119.2125 | 108.15 | 111.75 | 97.45 | 97.3375 | 13321.9969 | 414 | 31.076 | 35.176 |
| | 116.7 | | 107.6 | | 97.6 | | | | | |
| | 116.65 | | 110.2 | | 97.2 | | | | | |
| | 121.4 | | 121.05 | | 97.1 | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (X) - 5 | 122.1 | 119.15 | 114.15 | 113.5625 | 98.7 | 99.025 | 13530.9719 | 502 | 37.100 | 35.176 |
| | 118.6 | | 108.15 | | 99 | | | | | |
| | 116.5 | | 113.3 | | 99.3 | | | | | |
| | 119.4 | | 118.65 | | 99.1 | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (X) - 10 | 124 | 121.15 | 115 | 117.125 | 95.8 | 95.325 | 14189.6938 | 530 | 37.351 | 35.176 |
| | 119.2 | | 111.65 | | 95.15 | | | | | |
| | 118.5 | | 116.8 | | 95.3 | | | | | |
| | 122.9 | | 125.05 | | 95.05 | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (Y) - 3 | 123.5 | 121 | 115.1 | 117.775 | 98.9 | 98.2875 | 14250.775 | 528 | 37.051 | 30.986 |
| | 117.5 | | 113.05 | | 98.3 | | | | | |
| | 117.9 | | 118.65 | | 98 | | | | | |
| | 125.1 | | 124.3 | | 97.95 | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (Y) - 4 | 123.4 | 120.3 | 113.15 | 114.8 | 97.45 | 97.875 | 13810.44 | 458 | 33.163 | 30.986 |
| | 118.75 | | 109.95 | | 97.35 | | | | | |
| | 118.65 | | 114.2 | | 98.1 | | | | | |
| | 120.4 | | 121.9 | | 98.6 | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (Y) - 9 | 120.9 | 119.15 | 116.15 | 117.3375 | 99.2 | 98.925 | 13980.7631 | 318 | 22.746 | 30.986 |
| | 117.35 | | 112.5 | | 99 | | | | | |
| | 117.15 | | 115.2 | | 98.7 | | | | | |
| | 121.2 | | 125.5 | | 98.8 | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (Z) - 3 | 122.4 | 120.5 | 110.9 | 111.7875 | 95.9 | 95.4625 | 13470.3938 | 310 | 23.013 | 26.642 |
| | 118.3 | | 106.8 | | 95.4 | | | | | |
| | 118.6 | | 111.4 | | 95.3 | | | | | |
| | 122.7 | | 118.05 | | 95.25 | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (Z) - 5 | 124.4 | 121.125 | 113.5 | 114.25 | 95.65 | 94.7625 | 13838.5313 | 448 | 32.373 | 26.642 |
| | 119.25 | | 109.7 | | 94.6 | | | | | |
| | 118.9 | | 114.35 | | 94.8 | | | | | |
| | 121.95 | | 119.45 | | 94 | | | | | |
| Combinación 7 C = 250 (Z) - 5 | 122.2 | 120.2625 | 112.1 | 114.525 | 95.8 | 95.35 | 13773.0628 | 338 | 24.541 | 26.642 |
| | 117.55 | | 110 | | 95.3 | | | | | |
| | 118.4 | | 115.05 | | 95.2 | | | | | |
| | 122.9 | | 120.95 | | 95.1 | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 (X) - 3 | 121.6 | 122.6625 | 115.7 | 118.8875 | 96.4 | 96.45 | 14583.038 | 556 | 38.126 | 34.611 |
| | 122.1 | | 117.3 | | 96.45 | | | | | |
| | 122.9 | | 118.5 | | 96.65 | | | | | |
| | 124.05 | | 124.05 | | 96.3 | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 (X) - 4 | 123.7 | 122.3125 | 114.4 | 117.75 | 92.95 | 94.1375 | 14402.2969 | 474 | 32.911 | 34.611 |
| | 121.2 | | 112.15 | | 93.6 | | | | | |
| | 120.9 | | 119.9 | | 94.3 | | | | | |
| | 123.45 | | 124.55 | | 95.7 | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 (X) - 10 | 120.4 | 120.125 | 115.75 | 118.8 | 95.5 | 96.2875 | 14270.85 | 468 | 32.794 | 34.611 |
| | 118.45 | | 114.1 | | 96.4 | | | | | |
| | 119.05 | | 121.2 | | 96.3 | | | | | |
| | 122.6 | | 124.15 | | 96.95 | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 (Y) - 1 | 121.6 | 121.425 | 113.15 | 114.3375 | 95.6 | 95.6125 | 13883.4309 | 416 | 29.964 | 34.589 |
| | 120.5 | | 109.25 | | 95.4 | | | | | |
| | 121.15 | | 114.9 | | 95.5 | | | | | |
| | 122.45 | | 120.05 | | 95.95 | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 (Y) - 4 | 120.3 | 120.3 | 115 | 117.8875 | 95.9 | 95.4375 | 14181.8663 | 514 | 36.243 | 34.589 |
| | 119.7 | | 113.05 | | 95.3 | | | | | |
| | 120.4 | | 120.3 | | 95.2 | | | | | |
| | 120.8 | | 123.2 | | 95.35 | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 (Y) - 7 | 122 | 120.825 | 115.1 | 118.55 | 96.3 | 96.925 | 14323.8038 | 538 | 37.560 | 34.589 |
| | 118.85 | | 115.2 | | 97 | | | | | |
| | 120.2 | | 119.95 | | 97.3 | | | | | |
| | 122.25 | | 123.95 | | 97.1 | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 (Z) - 1 | 121.4 | 121.5875 | 111.05 | 114.1 | 95.35 | 95.575 | 13873.1338 | 336 | 24.219 | 31.985 |
| | 121.3 | | 110 | | 95.9 | | | | | |
| | 121.25 | | 115.8 | | 95.45 | | | | | |
| | 122.4 | | 119.55 | | 95.6 | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 (Z) - 9 | 120.4 | 121.1625 | 117.5 | 120.4125 | 94.25 | 94.7125 | 14589.4795 | 520 | 35.642 | 31.985 |
| | 118.6 | | 115.7 | | 94.55 | | | | | |
| | 120.9 | | 123.4 | | 94.65 | | | | | |
| | 124.75 | | 125.05 | | 95.4 | | | | | |
| Combinación 7 C = 300 (Z) - 12 | 120.9 | 120.8125 | 111.55 | 113.2875 | 95.3 | 95.2875 | 13686.5461 | 494 | 36.094 | 31.985 |
| | 119.25 | | 108.75 | | 95.05 | | | | | |
| | 119.8 | | 114.45 | | 95.1 | | | | | |
| | 123.3 | | 118.4 | | 95.7 | | | | | |

Resistencia a Compresión del adoquín tipo doble S (Edad 28 días)

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------|
| Combinación 7 C = 350 (X) - 3 | 123.2 | 122.4375 | 112.9 | 116.6375 | 95.3 | 95.4625 | 14280.8039 | 588 | 41.174 | 37.948 |
| | 120.65 | | 113.7 | | 95 | | | | | |
| | 122.15 | | 118.5 | | 95.5 | | | | | |
| | 123.75 | | 121.45 | | 96.05 | | | | | |
| Combinación 7 C = 350 (X) - 4 | 122.1 | 121.9 | 113.8 | 119.225 | 95.9 | 95.2625 | 14533.5275 | 568 | 39.082 | 37.948 |
| | 119.55 | | 113.15 | | 95.2 | | | | | |
| | 120.9 | | 124.15 | | 95.1 | | | | | |
| | 125.05 | | 125.8 | | 94.85 | | | | | |
| Combinación 7 C = 350 (X) - 8 | 122.3 | 121.1875 | 113.2 | 117.4375 | 96.3 | 96.5375 | 14231.957 | 478 | 33.586 | 37.948 |
| | 119.15 | | 111.35 | | 96.9 | | | | | |
| | 118.8 | | 121.15 | | 96.4 | | | | | |
| | 124.5 | | 124.05 | | 96.55 | | | | | |
| Combinación 7 C = 350 (Y) - 3 | 121.75 | 120.2 | 128.5 | 122.35 | 95.3 | 95.25 | 14706.47 | 612 | 41.614 | 36.858 |
| | 119.5 | | 115 | | 95.05 | | | | | |
| | 118.1 | | 122.25 | | 95.2 | | | | | |
| | 121.45 | | 123.65 | | 95.45 | | | | | |
| Combinación 7 C = 350 (Y) - 7 | 124.3 | 122.5625 | 115.7 | 116.95 | 94.9 | 95.55 | 14333.6844 | 456 | 31.813 | 36.858 |
| | 120.6 | | 111 | | 95.2 | | | | | |
| | 120.4 | | 117.95 | | 95.7 | | | | | |
| | 124.95 | | 123.15 | | 96.4 | | | | | |
| Combinación 7 C = 350 (Y) - 8 | 129.3 | 123.825 | 116.45 | 120.0125 | 97.5 | 97.725 | 14860.5478 | 552 | 37.145 | 37.647 |
| | 119.85 | | 115.1 | | 97.6 | | | | | |
| | 120.7 | | 122.5 | | 97.85 | | | | | |
| | 125.45 | | 126 | | 97.95 | | | | | |
| Combinación 7 C = 350 (Z) - 8 | 122.4 | 121.9875 | 113.35 | 116.625 | 95.7 | 95.3 | 14226.7922 | 530 | 37.254 | 37.647 |
| | 119.3 | | 112.6 | | 95.4 | | | | | |
| | 119.8 | | 117.4 | | 95.1 | | | | | |
| | 126.45 | | 123.15 | | 95 | | | | | |
| Combinación 7 C = 350 (Z) - 9 | 121.25 | 120.95 | 110.3 | 114.7 | 95.7 | 95.3375 | 13872.965 | 548 | 39.501 | 37.647 |
| | 118.25 | | 108.9 | | 95.55 | | | | | |
| | 119.2 | | 118.2 | | 95.3 | | | | | |
| | 125.1 | | 121.4 | | 94.8 | | | | | |
| Combinación 7 C = 350 (Z) - 11 | 123.3 | 122.65 | 115.3 | 116.7125 | 94.4 | 94.275 | 14314.7881 | 518 | 36.186 | 38.064 |
| | 119.8 | | 111.15 | | 94.5 | | | | | |
| | 122.8 | | 116.6 | | 94.35 | | | | | |
| | 124.7 | | 123.8 | | 93.85 | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 (X) - 4 | 122.1 | 119.8625 | 115.75 | 118.2625 | 98.2 | 98.3125 | 14175.2389 | 428 | 30.193 | 38.064 |
| | 117.6 | | 112.5 | | 98.3 | | | | | |
| | 118.15 | | 120.4 | | 98.15 | | | | | |
| | 121.6 | | 124.4 | | 98.6 | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 (X) - 7 | 122.4 | 119.1 | 113.2 | 116.4875 | 98.1 | 97.375 | 13873.6613 | 580 | 41.806 | 38.064 |
| | 116.8 | | 110.45 | | 97.5 | | | | | |
| | 116.65 | | 118.1 | | 96.9 | | | | | |
| | 120.55 | | 124.2 | | 97 | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 (X) - 10 | 122.1 | 118.875 | 111.7 | 112.45 | 97.35 | 97.625 | 13367.4938 | 564 | 42.192 | 30.597 |
| | 116.65 | | 107.85 | | 97.7 | | | | | |
| | 116.4 | | 112.05 | | 97.8 | | | | | |
| | 120.35 | | 118.2 | | 97.65 | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 (Y) - 9 | 123.45 | 120.025 | 113.1 | 115.2625 | 99.8 | 99.8 | 13834.3816 | 554 | 40.045 | 30.597 |
| | 117.8 | | 110.4 | | 100 | | | | | |
| | 116.6 | | 115.3 | | 99.65 | | | | | |
| | 122.25 | | 122.25 | | 99.75 | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 (Y) - 11 | 121.6 | 119.4375 | 116.2 | 118.7875 | 98.8 | 98.4625 | 14187.682 | 550 | 38.766 | 30.597 |
| | 116.95 | | 113.9 | | 98.1 | | | | | |
| | 117 | | 120.3 | | 98.5 | | | | | |
| | 122.2 | | 124.75 | | 98.45 | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 (Y) - 12 | 122.4 | 119.5625 | 112.7 | 115.975 | 97.1 | 97.3 | 13866.2609 | 180 | 12.981 | 27.099 |
| | 117.7 | | 117.6 | | 97.3 | | | | | |
| | 116.5 | | 114 | | 97.8 | | | | | |
| | 121.65 | | 119.6 | | 97 | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 (Z) - 1 | 122.9 | 120.7125 | 113.8 | 117.8 | 97.65 | 97.8625 | 14219.9325 | 290 | 20.394 | 27.099 |
| | 118.05 | | 119.6 | | 97.15 | | | | | |
| | 118.2 | | 115.5 | | 98.3 | | | | | |
| | 123.7 | | 122.3 | | 98.35 | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 (Z) - 6 | 122.4 | 119.6 | 111.5 | 114.9625 | 97.55 | 97.675 | 13749.515 | 438 | 31.856 | 27.099 |
| | 117 | | 110.25 | | 97.1 | | | | | |
| | 117.3 | | 115.65 | | 97.7 | | | | | |
| | 121.7 | | 122.45 | | 98.35 | | | | | |
| Combinación 8 C = 250 (Z) - 10 | 122.05 | 119.5625 | 113.1 | 115.175 | 97.05 | 97.0125 | 13770.6109 | 400 | 29.047 | 27.099 |
| | 117 | | 109.6 | | 96.95 | | | | | |
| | 117.2 | | 115.3 | | 97 | | | | | |
| | 122 | | 122.7 | | 97.05 | | | | | |

Resistencia a Compresión del adoquín tipo doble S (Edad 28 días)

| Característica (Rótulo Probeta) | Lado A [mm] | Promedio Lado A [mm] | Lado B [mm] | Promedio Lado B [mm] | Altura [mm] | Promedio Altura [mm] | Área [mm ²] | Carga [KN] | Resistencia a Compresión [Mpa] | Promedio [Mpa] |
|-----------------------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------------------|------------|--------------------------------|----------------|
| Combinación 8 C = 300 (X) - 3 | 122 | 122.8 | 120.8 | 120.825 | 92.9 | 93.3125 | 14837.31 | 360 | 24.263 | 33.492 |
| | 121.6 | | 116.6 | | 93.1 | | | | | |
| | 121.1 | | 121.2 | | 93.2 | | | | | |
| | 126.5 | | 124.7 | | 94.05 | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 (X) - 7 | 122.8 | 122.5 | 118.7 | 96.7125 | 96.6 | 96.225 | 11847.2813 | 508 | 42.879 | 33.492 |
| | 120.8 | | 16.9 | | 96.4 | | | | | |
| | 121.9 | | 124.65 | | 96.1 | | | | | |
| | 124.5 | | 126.6 | | 95.8 | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 (X) - 8 | 125.25 | 123.875 | 119.8 | 123.025 | 93.55 | 93.8125 | 15239.7219 | 508 | 33.334 | 33.492 |
| | 122.6 | | 117.9 | | 93.55 | | | | | |
| | 122.45 | | 124.9 | | 94 | | | | | |
| | 125.2 | | 129.5 | | 94.15 | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 (Y) - 2 | 120.5 | 121.2375 | 115.5 | 117.3125 | 94.7 | 94.85 | 14222.6742 | 510 | 35.858 | 32.561 |
| | 119.3 | | 112.5 | | 94.4 | | | | | |
| | 119.9 | | 118.05 | | 95.2 | | | | | |
| | 125.25 | | 123.2 | | 95.1 | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 (Y) - 6 | 122.2 | 120.7875 | 114 | 118.45 | 95.1 | 95.4 | 14307.2794 | 572 | 39.980 | 32.561 |
| | 119 | | 113.3 | | 95.5 | | | | | |
| | 119.3 | | 121.6 | | 95.4 | | | | | |
| | 122.65 | | 124.9 | | 95.6 | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 (Y) - 10 | 120.1 | 120.55 | 112 | 117.7125 | 98.05 | 97.9375 | 14190.2419 | 310 | 21.846 | 37.647 |
| | 118.6 | | 114.8 | | 98.1 | | | | | |
| | 119.8 | | 121.35 | | 97.85 | | | | | |
| | 123.7 | | 122.7 | | 97.75 | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 (Z) - 4 | 119.4 | 121.2375 | 111.6 | 115.5625 | 97.8 | 98.0125 | 14010.5086 | 310 | 22.126 | 37.647 |
| | 120.05 | | 112.3 | | 97.9 | | | | | |
| | 121 | | 117.1 | | 98.15 | | | | | |
| | 124.5 | | 121.25 | | 98.2 | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 (Z) - 7 | 121.3 | 120.4625 | 113.6 | 117.0375 | 98.2 | 98.15 | 14098.6298 | 628 | 44.543 | 37.647 |
| | 118.45 | | 111.7 | | 98.1 | | | | | |
| | 118.3 | | 119.05 | | 98.05 | | | | | |
| | 123.8 | | 123.8 | | 98.25 | | | | | |
| Combinación 8 C = 300 (Z) - 10 | 119.1 | 118.925 | 117.5 | 119.575 | 96.6 | 96.1875 | 14220.4569 | 658 | 46.271 | 37.647 |
| | 117.1 | | 115.65 | | 96.2 | | | | | |
| | 117.7 | | 121.3 | | 95.8 | | | | | |
| | 121.8 | | 123.85 | | 96.15 | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 (X) - 3 | 119.75 | 119.7625 | 109.5 | 112.575 | 99.55 | 98.9375 | 13482.2634 | 534 | 39.608 | 42.643 |
| | 118.05 | | 107.8 | | 99.05 | | | | | |
| | 119.2 | | 114.7 | | 98.55 | | | | | |
| | 122.05 | | 118.3 | | 98.6 | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 (X) - 6 | 121.5 | 120.25 | 115.5 | 118.0125 | 99.3 | 98.7375 | 14191.0031 | 618 | 43.549 | 42.643 |
| | 118.15 | | 113 | | 98.75 | | | | | |
| | 118.5 | | 121.65 | | 98.8 | | | | | |
| | 122.85 | | 121.9 | | 98.1 | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 (X) - 10 | 120.4 | 119.7375 | 113.1 | 113.7875 | 96.8 | 96.85 | 13624.6308 | 610 | 44.772 | 39.639 |
| | 117.9 | | 109.1 | | 96.6 | | | | | |
| | 118.85 | | 113.8 | | 96.8 | | | | | |
| | 121.8 | | 119.15 | | 97.2 | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 (Y) - 5 | 121.5 | 121.0875 | 110.55 | 114.1625 | 95.3 | 95.45 | 13823.6517 | 444 | 32.119 | 39.639 |
| | 119 | | 108.6 | | 95.6 | | | | | |
| | 119.6 | | 115.45 | | 95.4 | | | | | |
| | 124.25 | | 122.05 | | 95.5 | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 (Y) - 7 | 119.6 | 120.9125 | 112.4 | 114 | 96.35 | 96.375 | 13784.025 | 620 | 44.980 | 39.639 |
| | 119 | | 109.15 | | 96.3 | | | | | |
| | 120.55 | | 115.45 | | 96.25 | | | | | |
| | 124.5 | | 119 | | 96.6 | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 (Y) - 11 | 122.6 | 122.075 | 113.7 | 116.75 | 96.95 | 96.7125 | 14252.2563 | 596 | 41.818 | 40.478 |
| | 119.8 | | 110.8 | | 96.9 | | | | | |
| | 120.8 | | 119.3 | | 96.8 | | | | | |
| | 125.1 | | 123.2 | | 96.2 | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 (Z) - 2 | 121.8 | 120.275 | 113.2 | 115.1 | 97.4 | 96.85 | 13843.6525 | 490 | 35.395 | 40.478 |
| | 118.25 | | 109.4 | | 97.1 | | | | | |
| | 119 | | 117.75 | | 96.8 | | | | | |
| | 122.05 | | 120.05 | | 96.1 | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 (Z) - 3 | 122.2 | 120.95 | 114.8 | 118 | 98.9 | 98.55 | 14272.1 | 600 | 42.040 | 40.478 |
| | 119.3 | | 112.8 | | 98.8 | | | | | |
| | 119.1 | | 120.35 | | 98.4 | | | | | |
| | 123.2 | | 124.05 | | 98.1 | | | | | |
| Combinación 8 C = 350 (Z) - 7 | 122.2 | 121 | 108.8 | 114.2 | 95.5 | 95.375 | 13818.2 | 608 | 44.000 | 40.478 |
| | 118.7 | | 110.3 | | 95.45 | | | | | |
| | 119.5 | | 117.3 | | 95.4 | | | | | |
| | 123.6 | | 120.4 | | 95.15 | | | | | |

| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |

Resistencia a desgaste por abrasión del adoquín tipo doble S

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura 3 [mm] | Altura 4 [mm] | Promedio Altura [mm] | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] |
|---------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Combinación 1 C=250 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.35 | 33.25 | 34.40 | 36.15 | 34.79 | 1.09 | 0.80 |
| | Alt. despues de ensayo | 34.20 | 32.75 | 33.80 | 34.05 | 33.70 | | |
| Combinación 1 C=250 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 38.05 | 37.40 | 36.55 | 37.35 | 37.34 | 0.42 | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.30 | 37.05 | 36.20 | 37.10 | 36.91 | | |
| Combinación 1 C=250 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 36.00 | 35.05 | 34.40 | 35.55 | 35.25 | 0.90 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.30 | 35.05 | 34.30 | 33.75 | 34.35 | | |
| Combinación 1 C=250 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 31.50 | 32.75 | 33.60 | 32.20 | 32.51 | 0.78 | 0.73 |
| | Alt. despues de ensayo | 30.30 | 32.65 | 33.50 | 30.50 | 31.74 | | |
| Combinación 1 C=250 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.35 | 35.80 | 36.00 | 36.45 | 35.90 | 0.48 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.20 | 35.70 | 36.00 | 34.80 | 35.43 | | |
| Combinación 1 C=250 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.05 | 35.10 | 36.40 | 37.80 | 36.59 | 0.95 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.15 | 34.70 | 36.25 | 36.45 | 35.64 | | |
| Combinación 1 C=250 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.80 | 38.15 | 37.50 | 35.65 | 37.03 | 0.89 | 0.80 |
| | Alt. despues de ensayo | 35.30 | 36.45 | 37.15 | 35.65 | 36.14 | | |
| Combinación 1 C=250 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 36.55 | 34.15 | 33.35 | 35.60 | 34.91 | 0.65 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.25 | 34.10 | 33.30 | 34.40 | 34.26 | | |
| Combinación 1 C=250 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.10 | 36.15 | 36.80 | 37.20 | 36.81 | 0.88 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.10 | 34.90 | 36.15 | 36.60 | 35.94 | | |
| Combinación 1 C=300 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.15 | 35.40 | 36.10 | 35.80 | 35.61 | 0.52 | 0.49 |
| | Alt. despues de ensayo | 34.60 | 34.25 | 35.70 | 35.80 | 35.09 | | |
| Combinación 1 C=300 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 36.10 | 36.10 | 36.05 | 35.05 | 35.83 | 0.46 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.75 | 36.00 | 35.45 | 34.25 | 35.36 | | |
| Combinación 1 C=300 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.10 | 35.80 | 34.65 | 36.50 | 36.01 | 0.49 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.65 | 35.00 | 34.35 | 36.10 | 35.53 | | |
| Combinación 1 C=300 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 37.15 | 37.15 | 37.00 | 36.75 | 37.01 | 0.44 | 0.45 |
| | Alt. despues de ensayo | 36.75 | 36.75 | 36.40 | 36.40 | 36.58 | | |
| Combinación 1 C=300 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 34.15 | 34.00 | 36.55 | 35.43 | 0.45 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.25 | 33.90 | 33.60 | 36.15 | 34.98 | | |
| Combinación 1 C=300 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 34.70 | 35.05 | 34.45 | 34.00 | 34.55 | 0.47 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.65 | 34.60 | 34.15 | 33.90 | 34.08 | | |
| Combinación 1 C=300 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 38.30 | 39.00 | 39.15 | 38.50 | 38.74 | 0.52 | 0.56 |
| | Alt. despues de ensayo | 38.30 | 38.05 | 38.20 | 38.30 | 38.21 | | |
| Combinación 1 C=300 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.75 | 37.60 | 36.15 | 34.25 | 35.94 | 0.80 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 35.20 | 35.60 | 34.20 | 35.14 | | |
| Combinación 1 C=300 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 35.25 | 36.15 | 36.20 | 35.25 | 35.71 | 0.35 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.75 | 35.60 | 36.05 | 35.05 | 35.36 | | |
| Combinación 1 C=350 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.35 | 36.15 | 35.15 | 36.10 | 35.94 | 0.67 | 0.50 |
| | Alt. despues de ensayo | 36.35 | 36.15 | 34.35 | 34.20 | 35.26 | | |
| Combinación 1 C=350 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.40 | 37.45 | 37.05 | 35.00 | 36.23 | 0.42 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.70 | 37.00 | 36.80 | 34.70 | 35.80 | | |
| Combinación 1 C=350 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 32.70 | 34.40 | 34.35 | 32.15 | 33.40 | 0.40 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.00 | 34.00 | 34.00 | 32.00 | 33.00 | | |
| Combinación 1 C=350 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.85 | 33.60 | 34.30 | 36.40 | 35.04 | 0.46 | 0.51 |
| | Alt. despues de ensayo | 35.80 | 33.00 | 34.20 | 35.30 | 34.58 | | |
| Combinación 1 C=350 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 34.35 | 34.80 | 35.70 | 35.45 | 35.08 | 0.43 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.00 | 34.30 | 35.30 | 35.00 | 34.65 | | |
| Combinación 1 C=350 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.70 | 36.35 | 36.45 | 38.30 | 37.20 | 0.64 | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.50 | 35.50 | 35.35 | 37.90 | 36.56 | | |
| Combinación 1 C=350 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 34.50 | 36.00 | 35.55 | 34.00 | 35.01 | 0.45 | 0.41 |
| | Alt. despues de ensayo | 34.30 | 35.20 | 34.90 | 33.85 | 34.56 | | |
| Combinación 1 C=350 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 34.60 | 34.40 | 33.25 | 33.65 | 33.98 | 0.44 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.25 | 34.00 | 32.80 | 33.10 | 33.54 | | |
| Combinación 1 C=350 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 34.45 | 36.10 | 35.05 | 33.10 | 34.68 | 0.34 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.00 | 35.75 | 34.60 | 33.00 | 34.34 | | |

| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |

Resistencia a desgaste por abrasión del adoquín tipo doble S

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura 3 [mm] | Altura 4 [mm] | Promedio Altura [mm] | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] | |
|---------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|------|
| Combinación 2 C=250 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.00 | 36.55 | 37.35 | 36.05 | 36.24 | 0.50 | 0.79 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.00 | 36.50 | 36.05 | 35.40 | 35.74 | | | |
| Combinación 2 C=250 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 40.05 | 39.65 | 38.50 | 39.05 | 39.31 | 0.79 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.05 | 38.85 | 38.45 | 37.75 | 38.53 | | | |
| Combinación 2 C=250 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 38.55 | 40.10 | 39.55 | 38.65 | 39.21 | 1.09 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.20 | 38.90 | 37.50 | 37.90 | 38.13 | | | |
| Combinación 2 C=250 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.10 | 36.65 | 35.00 | 34.35 | 35.53 | 0.63 | | 0.80 |
| | Alt. despues de ensayo | 35.05 | 35.90 | 34.90 | 33.75 | 34.90 | | | |
| Combinación 2 C=250 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 34.55 | 32.30 | 33.55 | 35.20 | 33.90 | 1.01 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.40 | 31.40 | 32.10 | 34.65 | 32.89 | | | |
| Combinación 2 C=250 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 34.25 | 34.00 | 35.00 | 35.00 | 34.56 | 0.76 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.40 | 33.00 | 34.80 | 35.00 | 33.80 | | | |
| Combinación 2 C=250 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 38.00 | 35.00 | 35.25 | 37.40 | 36.41 | 0.73 | 0.57 | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.60 | 34.30 | 33.75 | 37.10 | 35.69 | | | |
| Combinación 2 C=250 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 36.00 | 36.50 | 35.20 | 34.60 | 35.58 | 0.65 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.80 | 35.30 | 35.05 | 34.55 | 34.93 | | | |
| Combinación 2 C=250 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 35.35 | 35.55 | 35.50 | 35.30 | 35.43 | 0.34 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.55 | 35.40 | 35.40 | 35.00 | 35.09 | | | |
| Combinación 2 C=300 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 38.80 | 38.55 | 38.20 | 38.60 | 38.54 | 0.77 | 0.70 | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.00 | 38.20 | 38.20 | 37.65 | 37.76 | | | |
| Combinación 2 C=300 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 38.95 | 40.65 | 41.60 | 39.70 | 40.23 | 0.46 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.45 | 40.00 | 41.40 | 39.20 | 39.76 | | | |
| Combinación 2 C=300 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 35.15 | 36.05 | 36.45 | 35.80 | 35.86 | 0.87 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.85 | 34.45 | 35.05 | 35.60 | 34.99 | | | |
| Combinación 2 C=300 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.10 | 37.20 | 35.50 | 37.05 | 36.46 | 0.76 | | 0.65 |
| | Alt. despues de ensayo | 36.10 | 35.50 | 35.50 | 35.70 | 35.70 | | | |
| Combinación 2 C=300 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 38.85 | 39.00 | 39.60 | 39.90 | 39.34 | 0.54 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.30 | 38.20 | 39.30 | 39.40 | 38.80 | | | |
| Combinación 2 C=300 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 36.00 | 37.65 | 37.65 | 36.00 | 36.83 | 0.66 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 37.20 | 37.00 | 34.90 | 36.16 | | | |
| Combinación 2 C=300 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 37.55 | 37.55 | 37.00 | 36.35 | 37.11 | 0.41 | 0.64 | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.30 | 37.15 | 36.20 | 36.15 | 36.70 | | | |
| Combinación 2 C=300 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.40 | 36.10 | 37.45 | 38.00 | 36.74 | 0.50 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.30 | 35.15 | 37.10 | 37.40 | 36.24 | | | |
| Combinación 2 C=300 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 36.30 | 35.75 | 37.10 | 37.50 | 36.66 | 1.01 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 35.55 | 35.10 | 36.40 | 35.65 | | | |
| Combinación 2 C=350 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 39.55 | 42.20 | 42.80 | 40.35 | 41.23 | 0.64 | 0.67 | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.50 | 41.55 | 41.10 | 40.20 | 40.59 | | | |
| Combinación 2 C=350 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 36.05 | 36.55 | 38.30 | 36.80 | 36.93 | 0.70 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 36.35 | 37.20 | 35.80 | 36.23 | | | |
| Combinación 2 C=350 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 39.60 | 36.85 | 37.70 | 39.50 | 38.41 | 0.67 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.00 | 36.20 | 36.60 | 39.15 | 37.74 | | | |
| Combinación 2 C=350 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 38.65 | 38.90 | 38.60 | 38.20 | 38.59 | 0.31 | | 0.41 |
| | Alt. despues de ensayo | 38.35 | 38.50 | 38.10 | 38.15 | 38.28 | | | |
| Combinación 2 C=350 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 36.10 | 37.05 | 39.65 | 39.00 | 37.95 | 0.36 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.10 | 36.75 | 39.50 | 38.00 | 37.59 | | | |
| Combinación 2 C=350 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 36.50 | 35.15 | 36.05 | 36.18 | 0.56 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.80 | 36.20 | 35.15 | 35.30 | 35.61 | | | |
| Combinación 2 C=350 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 39.40 | 39.90 | 41.80 | 41.20 | 40.58 | 0.55 | 0.52 | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.00 | 39.90 | 41.25 | 39.95 | 40.03 | | | |
| Combinación 2 C=350 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 40.40 | 39.55 | 41.40 | 41.65 | 40.75 | 0.45 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.40 | 39.20 | 40.15 | 41.45 | 40.30 | | | |
| Combinación 2 C=350 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.75 | 37.30 | 38.05 | 38.50 | 37.90 | 0.55 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.60 | 36.15 | 37.65 | 38.00 | 37.35 | | | |

| | | |
|---|------------------------|---------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |

Resistencia a desgaste por abrasión del adoquín tipo doble S

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura 3 [mm] | Altura 4 [mm] | Promedio Altura [mm] | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] |
|---------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Combinación 3 C=250 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 32.05 | 32.10 | 32.20 | 32.15 | 32.13 | 2.10 | 1.65 |
| | Alt. despues de ensayo | 27.35 | 28.75 | 32.00 | 32.00 | 30.03 | | |
| Combinación 3 C=250 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.70 | 34.30 | 34.40 | 34.25 | 34.16 | 1.23 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.40 | 34.15 | 33.80 | 31.40 | 32.94 | | |
| Combinación 3 C=250 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 31.20 | 30.15 | 30.40 | 31.70 | 30.86 | 1.63 | |
| | Alt. despues de ensayo | 28.15 | 30.00 | 30.40 | 28.40 | 29.24 | | |
| Combinación 3 C=250 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 31.60 | 32.50 | 32.45 | 32.15 | 32.18 | 1.40 | |
| | Alt. despues de ensayo | 29.30 | 32.05 | 31.75 | 30.00 | 30.78 | | |
| Combinación 3 C=250 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.60 | 33.50 | 34.25 | 34.40 | 33.94 | 1.10 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.55 | 33.35 | 31.80 | 32.65 | 32.84 | | |
| Combinación 3 C=250 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 37.40 | 35.65 | 36.05 | 36.53 | 1.80 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.05 | 36.65 | 35.65 | 33.55 | 34.73 | | |
| Combinación 3 C=250 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 33.80 | 33.20 | 34.70 | 35.20 | 34.23 | 1.90 | |
| | Alt. despues de ensayo | 29.05 | 32.40 | 34.35 | 33.50 | 32.33 | | |
| Combinación 3 C=250 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 32.30 | 32.05 | 29.45 | 32.15 | 31.49 | 2.00 | |
| | Alt. despues de ensayo | 28.10 | 31.65 | 29.45 | 28.75 | 29.49 | | |
| Combinación 3 C=250 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 36.70 | 36.00 | 35.40 | 37.30 | 36.35 | 0.79 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.75 | 36.00 | 35.30 | 35.20 | 35.56 | | |
| Combinación 3 C=300 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 32.80 | 33.55 | 33.60 | 33.30 | 33.31 | 0.71 | 0.92 |
| | Alt. despues de ensayo | 32.10 | 33.00 | 33.00 | 32.30 | 32.60 | | |
| Combinación 3 C=300 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 34.00 | 34.60 | 34.25 | 33.70 | 34.14 | 1.16 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.00 | 34.45 | 31.70 | 31.75 | 32.98 | | |
| Combinación 3 C=300 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 32.20 | 32.75 | 33.30 | 33.00 | 32.81 | 0.89 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.00 | 31.70 | 32.00 | 32.00 | 31.93 | | |
| Combinación 3 C=300 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 32.80 | 32.60 | 33.15 | 33.10 | 32.91 | 1.06 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.55 | 32.55 | 31.05 | 31.25 | 31.85 | | |
| Combinación 3 C=300 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.65 | 34.15 | 34.60 | 34.55 | 34.24 | 1.85 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.20 | 33.60 | 32.00 | 30.75 | 32.39 | | |
| Combinación 3 C=300 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 33.60 | 33.55 | 32.80 | 32.55 | 33.13 | 1.48 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.45 | 33.55 | 30.10 | 29.50 | 31.65 | | |
| Combinación 3 C=300 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 34.75 | 34.45 | 35.00 | 35.30 | 34.88 | 1.93 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.40 | 34.40 | 31.35 | 31.65 | 32.95 | | |
| Combinación 3 C=300 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.00 | 32.65 | 34.05 | 34.30 | 33.50 | 1.39 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.75 | 30.35 | 31.20 | 34.15 | 32.11 | | |
| Combinación 3 C=300 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.40 | 37.05 | 36.30 | 37.20 | 36.99 | 1.44 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.10 | 36.65 | 36.10 | 34.35 | 35.55 | | |
| Combinación 3 C=350 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 34.20 | 35.40 | 37.00 | 36.15 | 35.69 | 1.51 | 1.08 |
| | Alt. despues de ensayo | 34.00 | 34.85 | 33.70 | 34.15 | 34.18 | | |
| Combinación 3 C=350 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 34.40 | 34.45 | 35.80 | 36.50 | 35.29 | 1.15 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.30 | 33.40 | 33.30 | 35.55 | 34.14 | | |
| Combinación 3 C=350 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 31.25 | 31.15 | 32.20 | 32.35 | 31.74 | 0.56 | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.40 | 30.90 | 32.20 | 31.20 | 31.18 | | |
| Combinación 3 C=350 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 33.15 | 32.50 | 32.15 | 32.70 | 32.63 | 0.42 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.05 | 32.25 | 31.10 | 32.40 | 32.20 | | |
| Combinación 3 C=350 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 32.70 | 31.20 | 32.15 | 33.55 | 32.40 | 1.40 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.30 | 31.05 | 30.35 | 30.30 | 31.00 | | |
| Combinación 3 C=350 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 33.40 | 33.85 | 36.30 | 36.05 | 34.90 | 1.91 | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.20 | 30.40 | 36.00 | 35.35 | 32.99 | | |
| Combinación 3 C=350 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.20 | 35.50 | 36.60 | 36.50 | 35.95 | 0.26 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.05 | 35.40 | 36.30 | 36.00 | 35.69 | | |
| Combinación 3 C=350 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 31.00 | 31.65 | 31.15 | 30.40 | 31.05 | 1.00 | |
| | Alt. despues de ensayo | 28.35 | 31.05 | 31.10 | 29.70 | 30.05 | | |
| Combinación 3 C=350 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 34.45 | 34.50 | 34.25 | 34.30 | 34.38 | 0.55 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.10 | 34.50 | 34.25 | 33.45 | 33.83 | | |

| | | |
|--|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO " | | |

Resistencia a desgaste por abrasión del adoquín tipo doble S

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura 3 [mm] | Altura 4 [mm] | Promedio Altura [mm] | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] | |
|---------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|------|
| Combinación 4 C=250 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 33.05 | 34.00 | 35.00 | 34.65 | 34.18 | 1.33 | 1.28 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.05 | 33.65 | 32.20 | 32.50 | 32.85 | | | |
| Combinación 4 C=250 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.60 | 36.00 | 34.10 | 33.55 | 34.81 | 1.34 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.30 | 34.40 | 32.65 | 32.55 | 33.48 | | | |
| Combinación 4 C=250 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 33.65 | 33.15 | 36.05 | 36.20 | 34.76 | 1.19 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.50 | 31.00 | 35.65 | 36.15 | 33.58 | | | |
| Combinación 4 C=250 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.40 | 37.30 | 37.15 | 36.20 | 36.76 | 0.74 | | 1.18 |
| | Alt. despues de ensayo | 35.90 | 36.70 | 36.35 | 35.15 | 36.03 | | | |
| Combinación 4 C=250 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 34.70 | 32.80 | 34.15 | 36.15 | 34.45 | 1.08 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.15 | 32.75 | 33.55 | 33.05 | 33.38 | | | |
| Combinación 4 C=250 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 34.90 | 34.30 | 33.50 | 34.55 | 34.31 | 1.73 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.65 | 33.60 | 33.60 | 32.50 | 32.59 | | | |
| Combinación 4 C=250 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 34.15 | 32.55 | 34.35 | 35.40 | 34.11 | 0.46 | 0.84 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.35 | 32.55 | 34.00 | 34.70 | 33.65 | | | |
| Combinación 4 C=250 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.55 | 35.00 | 36.20 | 35.00 | 34.94 | 0.90 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.50 | 34.55 | 34.35 | 33.75 | 34.04 | | | |
| Combinación 4 C=250 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 37.05 | 35.20 | 34.85 | 36.03 | 1.15 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 36.50 | 34.45 | 33.00 | 34.88 | | | |
| Combinación 4 C=300 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.20 | 36.65 | 33.65 | 33.40 | 34.98 | 1.18 | | 0.92 |
| | Alt. despues de ensayo | 35.70 | 34.15 | 32.75 | 32.60 | 33.80 | | | |
| Combinación 4 C=300 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.25 | 35.50 | 34.55 | 32.40 | 33.93 | 0.89 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.05 | 33.75 | 33.05 | 32.30 | 33.04 | | | |
| Combinación 4 C=300 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 37.10 | 35.25 | 35.60 | 36.24 | 0.70 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.40 | 36.55 | 34.40 | 34.80 | 35.54 | | | |
| Combinación 4 C=300 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 34.70 | 35.65 | 35.45 | 34.60 | 35.10 | 1.86 | 1.49 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.65 | 35.65 | 32.10 | 30.55 | 33.24 | | | |
| Combinación 4 C=300 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.55 | 36.15 | 36.20 | 35.05 | 35.74 | 0.67 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.15 | 35.15 | 36.15 | 34.80 | 35.06 | | | |
| Combinación 4 C=300 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 32.25 | 32.70 | 34.55 | 34.25 | 33.44 | 1.93 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 28.75 | 32.40 | 34.55 | 30.35 | 31.51 | | | |
| Combinación 4 C=300 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 33.40 | 31.70 | 30.80 | 32.90 | 32.20 | 1.08 | | 0.87 |
| | Alt. despues de ensayo | 31.20 | 31.25 | 31.00 | 31.05 | 31.13 | | | |
| Combinación 4 C=300 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.00 | 32.15 | 32.15 | 33.15 | 32.61 | 0.48 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.90 | 32.10 | 31.50 | 32.05 | 32.14 | | | |
| Combinación 4 C=300 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 37.10 | 36.00 | 37.65 | 38.55 | 37.33 | 1.05 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.70 | 35.55 | 35.20 | 37.65 | 36.28 | | | |
| Combinación 4 C=350 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 33.20 | 31.50 | 32.05 | 33.30 | 32.51 | 0.53 | 0.70 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.30 | 31.35 | 31.70 | 32.60 | 31.99 | | | |
| Combinación 4 C=350 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 32.70 | 31.30 | 30.70 | 32.40 | 31.78 | 0.99 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.70 | 31.10 | 28.70 | 30.65 | 30.79 | | | |
| Combinación 4 C=350 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 31.55 | 32.45 | 32.20 | 32.45 | 32.16 | 0.59 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.20 | 32.05 | 32.05 | 31.00 | 31.58 | | | |
| Combinación 4 C=350 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 34.60 | 34.60 | 33.80 | 34.30 | 34.33 | 0.36 | | 0.49 |
| | Alt. despues de ensayo | 34.30 | 34.00 | 33.55 | 34.00 | 33.96 | | | |
| Combinación 4 C=350 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.75 | 34.10 | 36.20 | 37.60 | 35.91 | 0.75 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.00 | 33.60 | 34.55 | 37.50 | 35.16 | | | |
| Combinación 4 C=350 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 31.05 | 31.65 | 34.00 | 33.50 | 32.55 | 0.36 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.00 | 31.35 | 33.30 | 33.10 | 32.19 | | | |
| Combinación 4 C=350 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 32.10 | 32.60 | 33.80 | 33.30 | 32.95 | 0.48 | 0.42 | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.60 | 32.15 | 33.00 | 33.15 | 32.48 | | | |
| Combinación 4 C=350 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.75 | 36.60 | 36.15 | 35.20 | 35.93 | 0.41 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.20 | 36.10 | 35.60 | 35.15 | 35.51 | | | |
| Combinación 4 C=350 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 33.15 | 32.65 | 32.75 | 32.70 | 32.81 | 0.36 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.90 | 32.40 | 32.20 | 32.30 | 32.45 | | | |

| | | |
|---|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |

Resistencia a desgaste por abrasión del adoquín tipo doble S

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura 3 [mm] | Altura 4 [mm] | Promedio Altura [mm] | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] | |
|---------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|------|
| Combinación 5 C=250 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 37.50 | 36.60 | 37.00 | 38.05 | 37.29 | 0.49 | 0.54 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.00 | 36.50 | 37.00 | 37.70 | 36.80 | | | |
| Combinación 5 C=250 (A) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 34.55 | 35.10 | 34.30 | 33.40 | 34.34 | 0.66 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.55 | 33.25 | 33.50 | 33.40 | 33.68 | | | |
| Combinación 5 C=250 (A) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 34.40 | 34.05 | 34.90 | 35.05 | 34.60 | 0.47 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.35 | 33.40 | 34.00 | 34.75 | 34.13 | | | |
| Combinación 5 C=250 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 26.10 | 27.60 | 28.55 | 27.00 | 27.31 | 0.60 | | 0.45 |
| | Alt. despues de ensayo | 25.70 | 27.00 | 27.60 | 26.55 | 26.71 | | | |
| Combinación 5 C=250 (B) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 35.70 | 36.15 | 34.25 | 35.05 | 35.29 | 0.50 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.50 | 35.55 | 34.00 | 34.10 | 34.79 | | | |
| Combinación 5 C=250 (B) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 36.25 | 37.35 | 37.00 | 36.80 | 36.85 | 0.26 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.00 | 36.80 | 37.00 | 36.55 | 36.59 | | | |
| Combinación 5 C=250 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 27.30 | 27.70 | 28.85 | 28.45 | 28.08 | 0.41 | 0.41 | |
| | Alt. despues de ensayo | 27.00 | 27.50 | 28.40 | 27.75 | 27.66 | | | |
| Combinación 5 C=250 (C) -7 | Alt. Inicio de ensayo | 35.80 | 34.85 | 35.45 | 35.80 | 35.48 | 0.35 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 34.70 | 35.05 | 35.20 | 35.13 | | | |
| Combinación 5 C=250 (C) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 38.00 | 37.15 | 35.45 | 37.50 | 37.03 | 0.48 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.75 | 36.40 | 35.05 | 37.00 | 36.55 | | | |
| Combinación 5 C=300 (A) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 36.45 | 36.05 | 35.85 | 36.65 | 36.25 | 0.34 | | 0.34 |
| | Alt. despues de ensayo | 36.05 | 35.90 | 35.80 | 35.90 | 35.91 | | | |
| Combinación 5 C=300 (A) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 28.20 | 30.10 | 31.90 | 30.15 | 30.09 | 0.40 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 27.80 | 29.55 | 31.65 | 29.75 | 29.69 | | | |
| Combinación 5 C=300 (A) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 32.10 | 31.25 | 30.85 | 32.05 | 31.56 | 0.29 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.10 | 30.65 | 30.35 | 32.00 | 31.28 | | | |
| Combinación 5 C=300 (B) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 32.75 | 31.80 | 31.15 | 32.90 | 32.15 | 0.50 | 0.43 | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.80 | 31.65 | 31.00 | 32.15 | 31.65 | | | |
| Combinación 5 C=300 (B) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 32.70 | 31.70 | 30.70 | 32.30 | 31.85 | 0.35 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.50 | 31.20 | 30.40 | 31.90 | 31.50 | | | |
| Combinación 5 C=300 (B) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 36.40 | 36.55 | 34.80 | 34.45 | 35.55 | 0.44 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.05 | 36.25 | 34.00 | 34.15 | 35.11 | | | |
| Combinación 5 C=300 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 33.65 | 35.10 | 35.00 | 34.30 | 34.51 | 0.29 | 0.49 | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.65 | 35.05 | 34.40 | 33.80 | 34.23 | | | |
| Combinación 5 C=300 (C) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 32.10 | 31.70 | 30.70 | 31.10 | 31.40 | 0.44 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.80 | 31.40 | 30.20 | 30.45 | 30.96 | | | |
| Combinación 5 C=300 (C) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 36.15 | 35.25 | 34.40 | 36.10 | 35.48 | 0.75 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.15 | 34.00 | 33.05 | 35.70 | 34.73 | | | |
| Combinación 5 C=350 (A) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 30.10 | 32.00 | 32.65 | 31.50 | 31.56 | 0.36 | 0.44 | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.00 | 31.20 | 32.55 | 31.05 | 31.20 | | | |
| Combinación 5 C=350 (A) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 30.45 | 31.35 | 30.00 | 29.00 | 30.20 | 0.46 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 29.70 | 31.30 | 29.65 | 28.30 | 29.74 | | | |
| Combinación 5 C=350 (A) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 29.40 | 30.15 | 32.00 | 31.05 | 30.65 | 0.49 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 28.50 | 29.70 | 31.75 | 30.70 | 30.16 | | | |
| Combinación 5 C=350 (B) -7 | Alt. Inicio de ensayo | 37.10 | 37.25 | 34.50 | 34.70 | 35.89 | 0.49 | | 0.40 |
| | Alt. despues de ensayo | 37.00 | 36.50 | 33.90 | 34.20 | 35.40 | | | |
| Combinación 5 C=350 (B) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 30.65 | 31.20 | 31.25 | 31.20 | 31.08 | 0.21 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.65 | 31.10 | 30.80 | 30.90 | 30.86 | | | |
| Combinación 5 C=350 (B) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 29.85 | 30.50 | 29.90 | 29.65 | 29.98 | 0.50 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 29.20 | 30.25 | 29.65 | 28.80 | 29.48 | | | |
| Combinación 5 C=350 (C) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 36.40 | 36.55 | 34.80 | 34.45 | 35.55 | 0.44 | 0.34 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.05 | 36.25 | 34.00 | 34.15 | 35.11 | | | |
| Combinación 5 C=350 (C) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 30.30 | 31.20 | 29.10 | 28.25 | 29.71 | 0.35 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.00 | 31.05 | 28.65 | 27.75 | 29.36 | | | |
| Combinación 5 C=350 (C) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 31.50 | 29.55 | 29.15 | 31.35 | 30.39 | 0.22 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.25 | 28.95 | 29.10 | 31.35 | 30.16 | | | |

| | | |
|---|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |

Resistencia a desgaste por abrasión del adoquín tipo doble S

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura 3 [mm] | Altura 4 [mm] | Promedio Altura [mm] | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] | |
|---------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|------|
| Combinación 6 C=250 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.25 | 32.30 | 33.50 | 33.65 | 33.18 | 0.61 | 0.42 | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.30 | 32.25 | 33.50 | 33.20 | 32.56 | | | |
| Combinación 6 C=250 (A) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 36.55 | 36.65 | 36.35 | 36.45 | 36.50 | 0.44 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.40 | 35.50 | 35.90 | 36.45 | 36.06 | | | |
| Combinación 6 C=250 (A) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 40.45 | 41.55 | 40.50 | 39.45 | 40.49 | 0.22 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.25 | 41.00 | 40.40 | 39.40 | 40.26 | | | |
| Combinación 6 C=250 (B) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.65 | 35.85 | 37.70 | 37.75 | 36.74 | 0.40 | | 0.51 |
| | Alt. despues de ensayo | 34.90 | 35.30 | 37.70 | 37.45 | 36.34 | | | |
| Combinación 6 C=250 (B) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 40.80 | 41.80 | 40.50 | 39.40 | 40.63 | 0.55 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.15 | 40.55 | 40.35 | 39.25 | 40.08 | | | |
| Combinación 6 C=250 (B) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 39.80 | 40.50 | 40.70 | 39.90 | 40.23 | 0.58 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.00 | 39.45 | 40.50 | 39.65 | 39.65 | | | |
| Combinación 6 C=250 (C) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 37.80 | 41.05 | 41.15 | 38.15 | 39.54 | 0.61 | 0.48 | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.50 | 40.35 | 39.80 | 38.05 | 38.93 | | | |
| Combinación 6 C=250 (C) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 41.05 | 41.80 | 41.90 | 41.05 | 41.45 | 0.60 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.85 | 40.45 | 41.05 | 41.05 | 40.85 | | | |
| Combinación 6 C=250 (C) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 40.65 | 40.50 | 41.00 | 41.20 | 40.84 | 0.21 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.40 | 40.50 | 40.70 | 40.90 | 40.63 | | | |
| Combinación 6 C=300 (A) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 42.90 | 41.45 | 42.60 | 43.65 | 42.65 | 0.41 | | 0.35 |
| | Alt. despues de ensayo | 42.40 | 41.30 | 41.90 | 43.35 | 42.24 | | | |
| Combinación 6 C=300 (A) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 39.90 | 40.10 | 40.60 | 39.95 | 40.14 | 0.26 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.15 | 39.85 | 40.60 | 39.90 | 39.88 | | | |
| Combinación 6 C=300 (A) -7 | Alt. Inicio de ensayo | 40.80 | 39.90 | 39.80 | 40.80 | 40.33 | 0.39 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.70 | 38.90 | 39.50 | 40.65 | 39.94 | | | |
| Combinación 6 C=300 (B) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 41.25 | 41.80 | 42.10 | 40.90 | 41.51 | 0.83 | 0.43 | |
| | Alt. despues de ensayo | 41.10 | 41.80 | 41.00 | 38.85 | 40.69 | | | |
| Combinación 6 C=300 (B) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 40.10 | 40.45 | 39.90 | 39.60 | 40.01 | 0.17 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.05 | 40.25 | 39.85 | 39.20 | 39.84 | | | |
| Combinación 6 C=300 (B) -10 | Alt. Inicio de ensayo | 36.55 | 37.25 | 39.55 | 39.55 | 38.23 | 0.29 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.30 | 37.00 | 39.40 | 39.05 | 37.94 | | | |
| Combinación 6 C=300 (C) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 39.60 | 37.80 | 38.10 | 39.85 | 38.84 | 0.54 | 0.46 | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.60 | 37.00 | 38.00 | 39.60 | 38.30 | | | |
| Combinación 6 C=300 (C) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 39.40 | 38.10 | 38.30 | 39.65 | 38.86 | 0.51 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.00 | 37.80 | 38.10 | 39.50 | 38.35 | | | |
| Combinación 6 C=300 (C) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 39.20 | 39.40 | 38.55 | 38.65 | 38.95 | 0.34 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.55 | 39.30 | 38.50 | 38.10 | 38.61 | | | |
| Combinación 6 C=350 (C) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 40.00 | 40.35 | 39.30 | 38.50 | 39.54 | 0.64 | 0.51 | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.85 | 39.05 | 38.40 | 38.30 | 38.90 | | | |
| Combinación 6 C=350 (C) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 39.65 | 40.05 | 41.60 | 40.90 | 40.55 | 0.56 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.00 | 39.10 | 41.35 | 40.50 | 39.99 | | | |
| Combinación 6 C=350 (C) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 36.75 | 37.10 | 37.55 | 36.70 | 37.03 | 0.33 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.55 | 37.05 | 37.10 | 36.10 | 36.70 | | | |
| Combinación 6 C=350 (B) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 40.10 | 39.50 | 38.15 | 39.25 | 39.25 | 0.38 | | 0.33 |
| | Alt. despues de ensayo | 39.85 | 39.25 | 37.85 | 38.55 | 38.88 | | | |
| Combinación 6 C=350 (B) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 40.90 | 40.35 | 38.80 | 38.85 | 39.73 | 0.23 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.45 | 40.05 | 38.55 | 38.95 | 39.50 | | | |
| Combinación 6 C=350 (B) -11 | Alt. Inicio de ensayo | 39.15 | 39.15 | 38.50 | 38.35 | 38.79 | 0.38 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.05 | 38.80 | 37.75 | 38.05 | 38.41 | | | |
| Combinación 6 C=350 (A) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 39.15 | 39.15 | 38.50 | 38.35 | 38.79 | 0.38 | 0.36 | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.05 | 38.80 | 37.75 | 38.05 | 38.41 | | | |
| Combinación 6 C=350 (A) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 39.95 | 40.50 | 40.30 | 39.55 | 40.08 | 0.15 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.95 | 40.20 | 40.05 | 39.50 | 39.93 | | | |
| Combinación 6 C=350 (A) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 34.75 | 35.65 | 36.10 | 35.10 | 35.40 | 0.55 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.75 | 35.55 | 35.80 | 34.30 | 34.85 | | | |

| | | |
|---|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |

Resistencia a desgaste por abrasión del adoquín tipo doble S

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura 3 [mm] | Altura 4 [mm] | Promedio Altura [mm] | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] | |
|---------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|------|
| Combinación 7 C=250 (X) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 32.20 | 31.35 | 32.85 | 33.15 | 32.39 | 0.38 | 0.41 | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.90 | 30.80 | 32.30 | 33.05 | 32.01 | | | |
| Combinación 7 C=250 (X) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 38.40 | 37.15 | 37.10 | 38.50 | 37.79 | 0.39 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.00 | 37.05 | 36.50 | 38.05 | 37.40 | | | |
| Combinación 7 C=250 (X) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 35.45 | 34.00 | 34.55 | 35.35 | 34.84 | 0.48 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.45 | 33.50 | 33.40 | 35.10 | 34.36 | | | |
| Combinación 7 C=250 (Y) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 33.85 | 32.40 | 31.10 | 32.50 | 32.46 | 0.33 | | 0.42 |
| | Alt. despues de ensayo | 33.15 | 32.20 | 31.10 | 32.10 | 32.14 | | | |
| Combinación 7 C=250 (Y) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 38.65 | 38.75 | 39.20 | 39.35 | 38.99 | 0.35 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 37.90 | 38.60 | 39.00 | 39.05 | 38.64 | | | |
| Combinación 7 C=250 (Y) -11 | Alt. Inicio de ensayo | 34.60 | 36.40 | 37.05 | 35.80 | 35.96 | 0.59 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.75 | 35.45 | 37.05 | 35.25 | 35.38 | | | |
| Combinación 7 C=250 (Z) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 32.60 | 33.20 | 33.65 | 33.70 | 33.29 | 0.43 | 0.60 | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.60 | 32.65 | 32.90 | 33.30 | 32.86 | | | |
| Combinación 7 C=250 (Z) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 33.10 | 32.10 | 33.80 | 34.45 | 33.36 | 0.47 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.20 | 31.70 | 33.45 | 34.20 | 32.89 | | | |
| Combinación 7 C=250 (Z) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 33.15 | 31.25 | 30.65 | 32.30 | 31.84 | 0.90 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.50 | 30.70 | 28.50 | 32.05 | 30.94 | | | |
| Combinación 7 C=300 (X) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 31.20 | 31.40 | 31.65 | 31.80 | 31.51 | 0.50 | 0.37 | |
| | Alt. despues de ensayo | 30.20 | 31.40 | 31.65 | 30.80 | 31.01 | | | |
| Combinación 7 C=300 (X) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 32.15 | 33.20 | 32.00 | 30.70 | 32.01 | 0.25 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.00 | 32.65 | 31.80 | 30.60 | 31.76 | | | |
| Combinación 7 C=300 (X) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 34.90 | 34.90 | 32.80 | 32.50 | 33.78 | 0.36 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.70 | 34.60 | 32.15 | 32.20 | 33.41 | | | |
| Combinación 7 C=300 (Y) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 38.65 | 38.50 | 36.90 | 37.10 | 37.79 | 0.55 | | 0.55 |
| | Alt. despues de ensayo | 38.00 | 38.25 | 36.65 | 36.05 | 37.24 | | | |
| Combinación 7 C=300 (Y) -7 | Alt. Inicio de ensayo | 32.75 | 33.50 | 33.00 | 32.80 | 33.01 | 0.80 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.60 | 32.65 | 31.95 | 32.65 | 32.21 | | | |
| Combinación 7 C=300 (Y) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 33.30 | 33.55 | 33.40 | 32.90 | 33.29 | 0.30 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.15 | 33.55 | 33.25 | 32.00 | 32.99 | | | |
| Combinación 7 C=300 (Z) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 36.15 | 34.10 | 35.20 | 36.65 | 35.53 | 0.48 | 0.39 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.55 | 33.30 | 34.85 | 36.50 | 35.05 | | | |
| Combinación 7 C=300 (Z) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 33.20 | 33.15 | 33.60 | 34.25 | 33.55 | 0.26 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.75 | 32.75 | 33.55 | 34.10 | 33.29 | | | |
| Combinación 7 C=300 (Z) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 35.50 | 34.40 | 35.15 | 36.00 | 35.26 | 0.43 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.30 | 34.35 | 35.10 | 34.60 | 34.84 | | | |
| Combinación 7 C=350 (X) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 32.50 | 34.55 | 33.25 | 31.40 | 32.93 | 0.41 | 0.38 | |
| | Alt. despues de ensayo | 31.90 | 33.85 | 33.00 | 31.30 | 32.51 | | | |
| Combinación 7 C=350 (X) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 39.65 | 40.10 | 39.70 | 39.50 | 39.74 | 0.31 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.65 | 39.80 | 39.05 | 39.20 | 39.43 | | | |
| Combinación 7 C=350 (X) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 39.95 | 41.05 | 39.65 | 39.05 | 39.93 | 0.41 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.25 | 40.20 | 39.60 | 39.00 | 39.51 | | | |
| Combinación 7 C=350 (Y) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 39.70 | 39.75 | 36.75 | 38.30 | 0.41 | | 0.47 |
| | Alt. despues de ensayo | 36.30 | 39.20 | 39.50 | 36.55 | 37.89 | | | |
| Combinación 7 C=350 (Y) -10 | Alt. Inicio de ensayo | 37.55 | 38.75 | 38.35 | 36.50 | 37.79 | 0.77 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.75 | 37.15 | 37.75 | 36.40 | 37.01 | | | |
| Combinación 7 C=350 (Y) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 38.60 | 39.80 | 40.30 | 39.00 | 39.43 | 0.23 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.45 | 39.40 | 40.10 | 38.85 | 39.20 | | | |
| Combinación 7 C=350 (Z) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 36.70 | 36.20 | 35.70 | 35.85 | 36.11 | 0.39 | 0.42 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.80 | 36.15 | 35.55 | 35.40 | 35.73 | | | |
| Combinación 7 C=350 (Z) -6 | Alt. Inicio de ensayo | 33.65 | 34.00 | 34.30 | 33.20 | 33.79 | 0.29 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.35 | 33.40 | 34.10 | 33.15 | 33.50 | | | |
| Combinación 7 C=350 (Z) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 37.00 | 38.25 | 37.15 | 35.50 | 36.98 | 0.58 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.65 | 37.05 | 36.50 | 35.40 | 36.40 | | | |

| | | |
|---|-------------------------------|----------------------------|
| U. M. S. A. | FACULTAD DE INGENIERIA | CARRERA: ING. CIVIL |
| INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES " ING. HUGO MANSILLA ROMERO" | | |

Resistencia a desgaste por abrasión del adoquín tipo doble S

| Característica (Rótulo de Probeta) | Altura probeta Antes y Despues de Ensayo de Desgaste | Altura 1 [mm] | Altura 2 [mm] | Altura 3 [mm] | Altura 4 [mm] | Promedio Altura [mm] | Desgaste D [mm] | Promedio Desgaste D [mm] | |
|---------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|------|
| Combinación 8 C=250 (X) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.40 | 35.75 | 34.75 | 35.30 | 35.30 | 0.32 | 0.44 | |
| | Alt. despues de ensayo | 35.25 | 35.65 | 34.50 | 34.50 | 34.98 | | | |
| Combinación 8 C=250 (X) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 40.50 | 41.45 | 40.90 | 39.35 | 40.55 | 0.41 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.55 | 41.40 | 40.80 | 38.80 | 40.14 | | | |
| Combinación 8 C=250 (X) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 41.70 | 41.50 | 41.00 | 40.95 | 41.29 | 0.59 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 41.50 | 40.75 | 39.75 | 40.80 | 40.70 | | | |
| Combinación 8 C=250 (Y) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 35.50 | 36.15 | 36.20 | 35.30 | 35.79 | 0.21 | | 0.45 |
| | Alt. despues de ensayo | 35.40 | 36.10 | 35.70 | 35.10 | 35.58 | | | |
| Combinación 8 C=250 (Y) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 34.90 | 34.45 | 35.10 | 35.55 | 35.00 | 0.28 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.70 | 34.15 | 34.80 | 35.25 | 34.73 | | | |
| Combinación 8 C=250 (Y) -10 | Alt. Inicio de ensayo | 39.80 | 40.35 | 40.35 | 39.80 | 40.08 | 0.86 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.15 | 40.20 | 40.20 | 37.30 | 39.21 | | | |
| Combinación 8 C=250 (Z) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 37.30 | 37.60 | 38.90 | 38.40 | 38.05 | 0.56 | 0.60 | |
| | Alt. despues de ensayo | 36.50 | 36.65 | 38.65 | 38.15 | 37.49 | | | |
| Combinación 8 C=250 (Z) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 33.10 | 33.55 | 32.60 | 32.25 | 32.88 | 0.58 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.15 | 32.75 | 32.30 | 32.00 | 32.30 | | | |
| Combinación 8 C=250 (Z) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 40.40 | 41.00 | 41.05 | 40.55 | 40.75 | 0.65 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.60 | 39.90 | 40.95 | 39.95 | 40.10 | | | |
| Combinación 8 C=300 (X) -4 | Alt. Inicio de ensayo | 35.90 | 35.60 | 36.05 | 36.50 | 36.01 | 0.29 | | 0.36 |
| | Alt. despues de ensayo | 35.60 | 35.50 | 35.80 | 36.00 | 35.73 | | | |
| Combinación 8 C=300 (X) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 40.70 | 41.45 | 41.05 | 40.00 | 40.80 | 0.25 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.45 | 40.90 | 40.90 | 39.95 | 40.55 | | | |
| Combinación 8 C=300 (X) -11 | Alt. Inicio de ensayo | 41.20 | 41.50 | 42.05 | 42.25 | 41.75 | 0.55 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 41.20 | 41.40 | 40.40 | 41.80 | 41.20 | | | |
| Combinación 8 C=300 (Y) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 40.55 | 41.20 | 41.25 | 40.80 | 40.95 | 0.46 | 0.62 | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.35 | 40.95 | 40.35 | 40.30 | 40.49 | | | |
| Combinación 8 C=300 (Y) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 38.65 | 39.55 | 40.30 | 39.65 | 39.54 | 0.34 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.60 | 39.35 | 39.65 | 39.20 | 39.20 | | | |
| Combinación 8 C=300 (Y) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 38.85 | 40.05 | 39.60 | 37.50 | 39.00 | 1.05 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.75 | 38.55 | 37.00 | 37.50 | 37.95 | | | |
| Combinación 8 C=300 (Z) -3 | Alt. Inicio de ensayo | 31.25 | 31.10 | 32.40 | 32.75 | 31.88 | 0.59 | | 0.37 |
| | Alt. despues de ensayo | 30.70 | 31.05 | 32.05 | 31.35 | 31.29 | | | |
| Combinación 8 C=300 (Z) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 39.55 | 39.85 | 40.00 | 39.60 | 39.75 | 0.33 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.50 | 39.45 | 39.25 | 39.50 | 39.43 | | | |
| Combinación 8 C=300 (Z) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 32.35 | 33.80 | 33.65 | 32.55 | 33.09 | 0.19 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 32.10 | 33.80 | 33.60 | 32.10 | 32.90 | | | |
| Combinación 8 C=350 (X) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 35.10 | 34.25 | 35.45 | 35.90 | 35.18 | 0.71 | 0.50 | |
| | Alt. despues de ensayo | 34.55 | 34.05 | 35.25 | 34.00 | 34.46 | | | |
| Combinación 8 C=350 (X) -5 | Alt. Inicio de ensayo | 38.65 | 39.55 | 40.30 | 39.65 | 39.54 | 0.34 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.60 | 39.35 | 39.65 | 39.20 | 39.20 | | | |
| Combinación 8 C=350 (X) -11 | Alt. Inicio de ensayo | 41.90 | 42.20 | 42.15 | 41.40 | 41.91 | 0.44 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 41.75 | 41.55 | 41.40 | 41.20 | 41.48 | | | |
| Combinación 8 C=350 (Y) -2 | Alt. Inicio de ensayo | 40.50 | 41.60 | 41.25 | 39.75 | 40.78 | 0.41 | | 0.33 |
| | Alt. despues de ensayo | 40.40 | 41.55 | 40.30 | 39.20 | 40.36 | | | |
| Combinación 8 C=350 (Y) -10 | Alt. Inicio de ensayo | 33.15 | 34.15 | 34.55 | 33.75 | 33.90 | 0.25 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 33.10 | 34.05 | 34.30 | 33.15 | 33.65 | | | |
| Combinación 8 C=350 (Y) -12 | Alt. Inicio de ensayo | 40.25 | 39.25 | 39.35 | 39.55 | 39.60 | 0.32 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 39.85 | 39.15 | 39.15 | 38.95 | 39.28 | | | |
| Combinación 8 C=350 (Z) -1 | Alt. Inicio de ensayo | 40.75 | 40.10 | 38.50 | 39.40 | 39.69 | 0.41 | 0.39 | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.60 | 39.80 | 38.00 | 38.70 | 39.28 | | | |
| Combinación 8 C=350 (Z) -8 | Alt. Inicio de ensayo | 40.50 | 41.60 | 41.25 | 39.75 | 40.78 | 0.41 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 40.40 | 41.55 | 40.30 | 39.20 | 40.36 | | | |
| Combinación 8 C=350 (Z) -9 | Alt. Inicio de ensayo | 38.30 | 38.40 | 39.80 | 39.15 | 38.91 | 0.35 | | |
| | Alt. despues de ensayo | 38.30 | 37.85 | 39.00 | 39.10 | 38.56 | | | |

5.- Estudio de datos de ensayo por medio de análisis estadísticos

La variabilidad en las propiedades del adoquín de hormigón hace necesario llevar adelante procedimientos de inspección y control del proceso general en adoquines, en ese sentido el control estadístico de los procesos establece una metodología formal, independiente para el análisis de resultados e interpretación de variaciones en base a modelos estadísticos.

Bajo esta temática se realiza el análisis estadístico siguiente:

- ✓ Análisis de Duncan y Anova para flexión
- ✓ Análisis de Duncan y Anova para Compresión
- ✓ Análisis de Duncan y Anova para desgaste

Cuadro: Datos Base para Análisis estadístico diseño de factores cantidad de cemento y tamaño máximo de agregado para resistencia flexión, compresión y desgaste

| Designación de Combinación | Dato Análisis Flexión | | | Dato Análisis Compresión | | | Dato Análisis Desgaste | | |
|----------------------------|-----------------------|------------------|------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------|
| | Cemento Kg/m3 Hº | | | Cemento Kg/m3 Hº | | | Cemento Kg/m3 Hº | | |
| | 250 | 300 | 350 | 250 | 300 | 350 | 250 | 300 | 350 |
| Comb. N°1 TMN # 4 | Y ₁₁₁ | Y ₁₂₁ | Y ₁₃₁ | Y ₁₁₁ | Y ₁₂₁ | Y ₁₃₁ | Y ₁₁₁ | Y ₁₂₁ | Y ₁₃₁ |
| | Y ₁₁₂ | Y ₁₂₂ | Y ₁₃₂ | Y ₁₁₂ | Y ₁₂₂ | Y ₁₃₂ | Y ₁₁₂ | Y ₁₂₂ | Y ₁₃₂ |
| | Y ₁₁₃ | Y ₁₂₃ | Y ₁₃₃ | Y ₁₁₃ | Y ₁₂₃ | Y ₁₃₃ | Y ₁₁₃ | Y ₁₂₃ | Y ₁₃₃ |
| Comb. N°2 TMN 3/8" | Y ₂₁₁ | Y ₂₂₁ | Y ₂₃₁ | Y ₂₁₁ | Y ₂₂₁ | Y ₂₃₁ | Y ₂₁₁ | Y ₂₂₁ | Y ₂₃₁ |
| | Y ₂₁₂ | Y ₂₂₂ | Y ₂₃₂ | Y ₂₁₂ | Y ₂₂₂ | Y ₂₃₂ | Y ₂₁₂ | Y ₂₂₂ | Y ₂₃₂ |
| | Y ₂₁₃ | Y ₂₂₃ | Y ₂₃₃ | Y ₂₁₃ | Y ₂₂₃ | Y ₂₃₃ | Y ₂₁₃ | Y ₂₂₃ | Y ₂₃₃ |
| Comb. N°3 TMN # 4 | Y ₃₁₁ | Y ₃₂₁ | Y ₃₃₁ | Y ₃₁₁ | Y ₃₂₁ | Y ₃₃₁ | Y ₃₁₁ | Y ₃₂₁ | Y ₃₃₁ |
| | Y ₃₁₂ | Y ₃₂₂ | Y ₃₃₂ | Y ₃₁₂ | Y ₃₂₂ | Y ₃₃₂ | Y ₃₁₂ | Y ₃₂₂ | Y ₃₃₂ |
| | Y ₃₁₃ | Y ₃₂₃ | Y ₃₃₃ | Y ₃₁₃ | Y ₃₂₃ | Y ₃₃₃ | Y ₃₁₃ | Y ₃₂₃ | Y ₃₃₃ |
| Comb. N°4 TMN 3/8" | Y ₄₁₁ | Y ₄₂₁ | Y ₄₃₁ | Y ₄₁₁ | Y ₄₂₁ | Y ₄₃₁ | Y ₄₁₁ | Y ₄₂₁ | Y ₄₃₁ |
| | Y ₄₁₂ | Y ₄₂₂ | Y ₄₃₂ | Y ₄₁₂ | Y ₄₂₂ | Y ₄₃₂ | Y ₄₁₂ | Y ₄₂₂ | Y ₄₃₂ |
| | Y ₄₁₃ | Y ₄₂₃ | Y ₄₃₃ | Y ₄₁₃ | Y ₄₂₃ | Y ₄₃₃ | Y ₄₁₃ | Y ₄₂₃ | Y ₄₃₃ |
| Comb. N°5 TMN 3/4" | Y ₅₁₁ | Y ₅₂₁ | Y ₅₃₁ | Y ₅₁₁ | Y ₅₂₁ | Y ₅₃₁ | Y ₅₁₁ | Y ₅₂₁ | Y ₅₃₁ |
| | Y ₅₁₂ | Y ₅₂₂ | Y ₅₃₂ | Y ₅₁₂ | Y ₅₂₂ | Y ₅₃₂ | Y ₅₁₂ | Y ₅₂₂ | Y ₅₃₂ |
| | Y ₅₁₃ | Y ₅₂₃ | Y ₅₃₃ | Y ₅₁₃ | Y ₅₂₃ | Y ₅₃₃ | Y ₅₁₃ | Y ₅₂₃ | Y ₅₃₃ |
| Comb. N°6 TMN 3/4" | Y ₆₁₁ | Y ₆₂₁ | Y ₆₃₁ | Y ₆₁₁ | Y ₆₂₁ | Y ₆₃₁ | Y ₆₁₁ | Y ₆₂₁ | Y ₆₃₁ |
| | Y ₆₁₂ | Y ₆₂₂ | Y ₆₃₂ | Y ₆₁₂ | Y ₆₂₂ | Y ₆₃₂ | Y ₆₁₂ | Y ₆₂₂ | Y ₆₃₂ |
| | Y ₆₁₃ | Y ₆₂₃ | Y ₆₃₃ | Y ₆₁₃ | Y ₆₂₃ | Y ₆₃₃ | Y ₆₁₃ | Y ₆₂₃ | Y ₆₃₃ |
| Comb. N°7 TMN 3/4" | Y ₇₁₁ | Y ₇₂₁ | Y ₇₃₁ | Y ₇₁₁ | Y ₇₂₁ | Y ₇₃₁ | Y ₇₁₁ | Y ₇₂₁ | Y ₇₃₁ |
| | Y ₇₁₂ | Y ₇₂₂ | Y ₇₃₂ | Y ₇₁₂ | Y ₇₂₂ | Y ₇₃₂ | Y ₇₁₂ | Y ₇₂₂ | Y ₇₃₂ |
| | Y ₇₁₃ | Y ₇₂₃ | Y ₇₃₃ | Y ₇₁₃ | Y ₇₂₃ | Y ₇₃₃ | Y ₇₁₃ | Y ₇₂₃ | Y ₇₃₃ |
| Comb. N°8 TMN 3/4" | Y ₈₁₁ | Y ₈₂₁ | Y ₈₃₁ | Y ₈₁₁ | Y ₈₂₁ | Y ₈₃₁ | Y ₈₁₁ | Y ₈₂₁ | Y ₈₃₁ |
| | Y ₈₁₂ | Y ₈₂₂ | Y ₈₃₂ | Y ₈₁₂ | Y ₈₂₂ | Y ₈₃₂ | Y ₈₁₂ | Y ₈₂₂ | Y ₈₃₂ |
| | Y ₈₁₃ | Y ₈₂₃ | Y ₈₃₃ | Y ₈₁₃ | Y ₈₂₃ | Y ₈₃₃ | Y ₈₁₃ | Y ₈₂₃ | Y ₈₃₃ |

Y_{iii}: Datos experimentales resultado del promedio de 3 réplicas, para diseño de factores cantidad de cemento y tamaño máximo de agregado para Flexión-Compresión y Desgaste.

ANALISIS ESTADISTICO

DISEÑO FACTORIAL EN DOS FACTORES: Cantidad de cemento y Tamaño maximo de agregado

RESISTENCIA A FLEXION

Disposicion de Agregados:

Grava Vilaque TMN 3/4
 Agregado Achacachi compuesto de arena y gravilla TMN 3/8
 Agregado Achacachi compuesto de arena y gravilla TMN N°4
 Arena Ayo Ayo
 Arena Chacoma

Condiciones:

Tamaño maximo de agregado : 3/8, N°4 y 3/4
 Cantidad de cemento m3 de Hormigón: 250,300,350

| Resistencia a Flexión- Datos de Análisis | | | | |
|--|-------------------------|------------------------------------|------|------|
| TMN | Combinación de Agregado | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°1 | 3.73 | 3.87 | 4.45 |
| | | 4.02 | 4.14 | 4.15 |
| | | 3.90 | 4.10 | 4.59 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°2 | 3.35 | 4.40 | 4.12 |
| | | 3.40 | 4.48 | 4.95 |
| | | 4.06 | 4.26 | 4.79 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°3 | 2.99 | 3.60 | 3.68 |
| | | 2.98 | 3.36 | 3.17 |
| | | 3.02 | 3.02 | 3.82 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°4 | 2.41 | 3.46 | 3.63 |
| | | 2.82 | 3.00 | 3.44 |
| | | 3.24 | 3.34 | 3.71 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°5 | 5.36 | 6.43 | 5.92 |
| | | 5.57 | 5.70 | 6.01 |
| | | 5.73 | 5.71 | 6.52 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°6 | 5.12 | 5.52 | 5.55 |
| | | 4.72 | 5.34 | 5.86 |
| | | 4.91 | 5.74 | 5.98 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°7 | 4.77 | 5.11 | 5.17 |
| | | 4.96 | 5.15 | 5.26 |
| | | 4.68 | 5.15 | 5.15 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°8 | 4.53 | 4.96 | 5.28 |
| | | 4.73 | 4.92 | 5.72 |
| | | 4.33 | 5.11 | 5.59 |

| Resistencia a Flexión- Promedio | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|------------------------------------|------|------|
| TMN | Combinación de Agregado | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°1 | 3.88 | 4.04 | 4.40 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°2 | 3.60 | 4.38 | 4.62 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°3 | 3.00 | 3.32 | 3.56 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°4 | 2.82 | 3.27 | 3.59 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°5 | 5.55 | 5.95 | 6.15 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°6 | 4.91 | 5.53 | 5.80 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°7 | 4.80 | 5.14 | 5.20 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°8 | 4.53 | 5.00 | 5.53 |

| Resistencia a Flexión | | | | |
|-----------------------|-----------------|------------------------------------|------|------|
| DESVIACIÓN ESTÁNDAR | | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°1 | 0.15 | 0.14 | 0.22 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°2 | 0.40 | 0.11 | 0.44 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°3 | 0.02 | 0.29 | 0.34 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°4 | 0.41 | 0.24 | 0.14 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°5 | 0.19 | 0.42 | 0.32 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°6 | 0.20 | 0.20 | 0.22 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°7 | 0.15 | 0.02 | 0.06 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°8 | 0.20 | 0.10 | 0.23 |

| Resistencia a Flexión | | | | |
|-----------------------|-----------------|------------------------------------|------|------|
| VARIANZA | | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°1 | 0.02 | 0.02 | 0.05 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°2 | 0.16 | 0.01 | 0.20 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°3 | 0.00 | 0.09 | 0.11 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°4 | 0.17 | 0.06 | 0.02 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°5 | 0.04 | 0.18 | 0.10 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°6 | 0.04 | 0.04 | 0.05 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°7 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°8 | 0.04 | 0.01 | 0.05 |

Suma = 1.477

Prueba de Cochran (Homogeneidad de varianzas)

Gc = 0.133
 tabla A-11 Gt = 0.2768 α = 0.05

Como Gc < Gt : Las varianzas son homogeneas
 OJO este chequeo está en la tabla ANOVA
 para los diseños factoriales (ver "repetición")

Valores atípicos:

Nivel de significación 95% alfa = 0.05 y 0.01

Resistencia a Flexión

| | | | $\frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}$ | $\frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}$ | q_m | 0.05 | para: | 0.01 |
|-----|-----|------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|----------|-------|----------|
| Nº4 | 250 | escoger el | $\frac{2.005}{S}$ | $\frac{2.004}{S}$ | 1.054 | aceptado | | aceptado |
| | 300 | valor | 0.684 | 1.148 | 1.148 | aceptado | | aceptado |
| | 350 | máximo | 0.861 | 1.097 | 1.097 | aceptado | | aceptado |
| 3/8 | 250 | escoger el | $\frac{1.152}{S}$ | $\frac{0.642}{S}$ | 1.152 | aceptado | | aceptado |
| | 300 | valor | 0.916 | 1.067 | 1.067 | aceptado | | aceptado |
| | 350 | máximo | 0.749 | 1.136 | 1.136 | aceptado | | aceptado |
| Nº4 | 250 | escoger el | $\frac{1.069}{S}$ | $\frac{0.912}{S}$ | 1.069 | aceptado | | aceptado |
| | 300 | valor | 0.941 | 1.050 | 1.050 | aceptado | | aceptado |
| | 350 | máximo | 0.769 | 1.131 | 1.131 | aceptado | | aceptado |
| 3/8 | 250 | escoger el | $\frac{1.001}{S}$ | $\frac{0.999}{S}$ | 1.001 | aceptado | | aceptado |
| | 300 | valor | 0.807 | 1.119 | 1.119 | aceptado | | aceptado |
| | 350 | máximo | 0.836 | 1.108 | 1.108 | aceptado | | aceptado |
| 3/4 | 250 | escoger el | $\frac{0.951}{S}$ | $\frac{1.043}{S}$ | 1.043 | aceptado | | aceptado |
| | 300 | valor | 1.154 | 0.599 | 1.154 | aceptado | | aceptado |
| | 350 | máximo | 1.143 | 0.711 | 1.143 | aceptado | | aceptado |
| 3/4 | 250 | escoger el | $\frac{1.022}{S}$ | $\frac{0.977}{S}$ | 1.022 | aceptado | | aceptado |
| | 300 | valor | 1.027 | 0.970 | 1.027 | aceptado | | aceptado |
| | 350 | máximo | 0.824 | 1.113 | 1.113 | aceptado | | aceptado |
| 3/4 | 250 | escoger el | $\frac{1.096}{S}$ | $\frac{0.862}{S}$ | 1.096 | aceptado | | aceptado |
| | 300 | valor | 0.698 | 1.146 | 1.146 | aceptado | | aceptado |
| | 350 | máximo | 1.136 | 0.747 | 1.136 | aceptado | | aceptado |
| 3/4 | 250 | escoger el | $\frac{0.995}{S}$ | $\frac{1.005}{S}$ | 1.005 | aceptado | | aceptado |
| | 300 | valor | 1.128 | 0.776 | 1.128 | aceptado | | aceptado |
| | 350 | máximo | 0.854 | 1.100 | 1.100 | aceptado | | aceptado |

$$q_m = \max\left(\frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}; \frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}\right)$$

n = 3

| Tabla para el test de valores atípicos | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | n | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 |
| a | 0.05 | 1.71 | 1.89 | 2.02 | 2.13 | 2.21 | 2.29 | 2.41 | 2.55 | 2.71 |
| | 0.01 | 1.76 | 1.97 | 2.14 | 2.28 | 2.38 | 2.48 | 2.63 | 2.81 | 3.00 |

Para Yijk

| Ensayos | | Resistencia a Flexión | | |
|------------|-----------------|------------------------------------|-------|-------|
| | | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°1 | 13.88 | 14.99 | 19.82 |
| | | 16.18 | 17.10 | 17.25 |
| | | 15.21 | 16.84 | 21.09 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°2 | 11.19 | 19.34 | 16.97 |
| | | 11.54 | 20.11 | 24.54 |
| | | 16.45 | 18.15 | 22.98 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°3 | 8.97 | 12.96 | 13.54 |
| | | 8.87 | 11.27 | 10.08 |
| | | 9.12 | 9.10 | 14.57 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°4 | 5.81 | 11.98 | 13.17 |
| | | 7.97 | 8.99 | 11.81 |
| | | 10.49 | 11.17 | 13.74 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°5 | 28.70 | 41.40 | 35.10 |
| | | 31.03 | 32.44 | 36.18 |
| | | 32.87 | 32.65 | 42.55 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°6 | 26.16 | 30.50 | 30.80 |
| | | 22.30 | 28.52 | 34.33 |
| | | 24.07 | 32.92 | 35.72 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°7 | 22.74 | 26.10 | 26.77 |
| | | 24.63 | 26.55 | 27.66 |
| | | 21.87 | 26.49 | 26.57 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°8 | 20.56 | 24.62 | 27.92 |
| | | 22.37 | 24.19 | 32.76 |
| | | 18.79 | 26.15 | 31.21 |

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K y_{ijk}^2 = 1543.422$$

n = 3

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| I | Número de tamaño de agregado = | 8 |
| J | Número de Cantidad de cemento = | 3 |
| K | Número de probetas ensayadas = | 3 |

Filas Tamaño Agregado
Columnas Cantidad de Cemento

| | |
|-------|-------|
| T 11. | 11.65 |
| T 12. | 12.11 |
| T 13. | 13.20 |

| | |
|-------|-------|
| T 21. | 10.80 |
| T 22. | 13.14 |
| T 23. | 13.87 |

| | |
|-------|-------|
| T 31. | 8.99 |
| T 32. | 9.97 |
| T 33. | 10.67 |

| | |
|-------|-------|
| T 41. | 8.47 |
| T 42. | 9.80 |
| T 43. | 10.77 |

| | |
|-----------|-------|
| sumatoria | |
| T1.. | 36.96 |

| | |
|-----------|-------|
| sumatoria | |
| T2.. | 37.81 |

| | |
|-----------|-------|
| sumatoria | |
| T3.. | 29.64 |

| | |
|-----------|-------|
| sumatoria | |
| T4.. | 29.04 |

| | |
|-------|-------|
| T 51. | 16.66 |
| T 52. | 17.84 |
| T 53. | 18.46 |

| | |
|-------|-------|
| T 61. | 14.74 |
| T 62. | 16.60 |
| T 63. | 17.39 |

| | |
|-------|-------|
| T 71. | 14.41 |
| T 72. | 15.41 |
| T 73. | 15.59 |

| | |
|-------|-------|
| T 81. | 13.60 |
| T 82. | 14.99 |
| T 83. | 16.59 |

| | |
|-----------|-------|
| sumatoria | |
| T5.. | 52.97 |

| | |
|-----------|-------|
| sumatoria | |
| T6.. | 48.73 |

| | |
|-----------|-------|
| sumatoria | |
| T7.. | 45.41 |

| | |
|-----------|-------|
| sumatoria | |
| T8.. | 45.19 |

| | |
|------|--------|
| T..1 | 107.42 |
| T..2 | 107.86 |
| T..3 | 110.45 |

| | |
|----------|----------|
| (T..1)^2 | 11539.07 |
| (T..2)^2 | 11634.64 |
| (T..3)^2 | 12199.22 |

| | |
|------|--------|
| T.1. | 99.32 |
| T.2. | 109.87 |
| T.3. | 116.54 |

$$\sum_{k=1}^K T_{..k}^2 = 35372.93$$

| | |
|----------------------------------|--------|
| Suma de T.1.+T.2.+ T... | |
| | 325.73 |

$$SC_{Tot} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K y_{ijk}^2 - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCTot = 69.773

$$SC_{REP} = \frac{\sum_{k=1}^K T_{..k}^2}{IJ} - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCREP = 0.223

$$SC_{TRAT} = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J T_{ij}^2}{K} - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCTRAT = 66.818

| | |
|----------|--------|
| (T11.)^2 | 135.67 |
| (T12.)^2 | 146.65 |
| (T13.)^2 | 174.17 |

456.49

| | |
|----------|--------|
| (T21.)^2 | 116.60 |
| (T22.)^2 | 172.73 |
| (T23.)^2 | 192.31 |

481.63

| | |
|----------|--------|
| (T31.)^2 | 80.89 |
| (T32.)^2 | 99.45 |
| (T33.)^2 | 113.88 |

294.22

| | |
|----------|--------|
| (T41.)^2 | 71.75 |
| (T42.)^2 | 96.07 |
| (T43.)^2 | 116.03 |

283.85

| | |
|----------|--------|
| (T51.)^2 | 277.58 |
| (T52.)^2 | 318.42 |
| (T53.)^2 | 340.87 |

936.87

| | |
|----------|--------|
| (T61.)^2 | 217.37 |
| (T62.)^2 | 275.59 |
| (T63.)^2 | 302.24 |

795.20

| | |
|----------|--------|
| (T71.)^2 | 207.61 |
| (T72.)^2 | 237.42 |
| (T73.)^2 | 242.99 |

688.01

| | |
|----------|--------|
| (T81.)^2 | 184.92 |
| (T82.)^2 | 224.83 |
| (T83.)^2 | 275.39 |

685.14

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J T_{ij}^2 \quad 4621.403$$

$$SC_A = \frac{\sum_{i=1}^I T_{i..}^2}{JK} - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCA = 59.764

| | |
|------------|---------|
| (T1..) ^2 | 1365.68 |
| (T2..) ^2 | 1429.46 |
| (T3..) ^2 | 878.39 |
| (T4..) ^2 | 843.53 |
| (T51..) ^2 | 2805.57 |
| (T6..) ^2 | 2374.56 |
| (T7..) ^2 | 2061.62 |
| (T8..) ^2 | 2041.92 |

$$\sum_{i=1}^I T_{i..}^2 \quad 13800.72$$

$$SC_B = \frac{\sum_{j=1}^J T_{.j.}^2}{IK} - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCB = 6.280

| | |
|-----------|----------|
| (T.1.) ^2 | 9864.79 |
| (T.2.) ^2 | 12072.40 |
| (T.3.) ^2 | 13581.11 |

$$\sum_{j=1}^J T_{.j.}^2 \quad 35518.30$$

$$SC_{AB} = SC_{TRAT} - SC_A - SC_B$$

SCAB = 0.774

$$SC_e = SC_{TOT} - SC_{TRAT} - SC_{REP}$$

SCe = 2.731

Resistencia a Flexión

$H_0 =$ No hay efecto de los tratamientos

TABLA ANOVA

| Fuente de variación | grados de | Suma de | Cuadrados | Razón | Fisher (F _i) | |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|----------------|--------------------------|-------------|
| | libertad | cuadrados | medios | F _c | alfa = 0.01 | alfa = 0.05 |
| Repetición | 2 | 0.223 | 0.112 | 1.879 | 5.12 | 3.21 |
| Efectos principales | | | | | | |
| A (Tamaño agregado) | 7 | 59.764 | 8.538 | 143.787 | 3.07 | 2.23 |
| B (Cantidad Cemento) | 2 | 6.280 | 3.140 | 52.883 | 5.12 | 3.21 |
| Interacción AB | 14 | 0.774 | 0.055 | 0.931 | 2.32 | 1.81 |
| Error | 46 | 2.731 | 0.059 | | | |
| Total | 71 | 69.773 | | | | |

$F_c > F_t$ región crítica de rechazo a H_0

- Conclusión:**
- 1.- La repetición no es significativa para alfa = 0.01 y 0.05
 - 2.- El tamaño de agregado (factor A) es significativo para alfa = 0.01 y 0.05
 - 3.- La cantidad de cemento (factor B) es significativa para alfa = 0.05 y para alfa = 0.01
 - 4.- La interacción de los factores A y B no es significativa para alfa = 0.05 y no para alfa = 0.01

PRUEBA DE DUNCAN

Selección y clasificación de las 24 medias

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|---------------|-------------------|------|---------------|-------------------|------|---------------|-------------------|------|---------------|
| Ŷ ₅₃ = | 6.15 | C5 - c=350 Kg | Ŷ ₇₃ = | 5.20 | C7 - c=350 kg | Ŷ ₈₁ = | 4.53 | C8 - c=250 kg | Ŷ ₄₃ = | 3.59 | C4 - c=350 kg |
| Ŷ ₅₂ = | 5.95 | C5 - c=300 kg | Ŷ ₇₂ = | 5.14 | C7 - c=300 kg | Ŷ ₁₃ = | 4.40 | C1 - c=350 kg | Ŷ ₃₃ = | 3.56 | C3 - c=350 kg |
| Ŷ ₆₃ = | 5.80 | C6 - c=350 kg | Ŷ ₈₁ = | 5.00 | C8 - c=300 kg | Ŷ ₂₃ = | 4.38 | C2 - c=300 kg | Ŷ ₃₂ = | 3.32 | C3 - c=300 kg |
| Ŷ ₅₁ = | 5.55 | C5 - c=250 kg | Ŷ ₆₁ = | 4.91 | C6 - c=250 kg | Ŷ ₁₂ = | 4.04 | C1 - c=300 kg | Ŷ ₄₂ = | 3.27 | C4 - c=300 kg |
| Ŷ ₆₂ = | 5.53 | C6 - c=300 kg | Ŷ ₇₁ = | 4.80 | C7 - c=250 kg | Ŷ ₁₁ = | 3.88 | C1 - c=250 kg | Ŷ ₃₁ = | 3.00 | C3 - c=250 kg |
| Ŷ ₈₃ = | 5.53 | C8 - c=350 kg | Ŷ ₂₃ = | 4.62 | C2 - c=350 kg | Ŷ ₂₁ = | 3.60 | C2 - c=250 kg | Ŷ ₄₁ = | 2.82 | C4 - c=250 kg |

Ŷ_{ij}

i= # de combinación de agregado (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C8)

j= Cantidad de Cemento (1 =250 Kg , 2=300 Kg y 3=350 Kg)

| | |
|--|---|
| | Combinación de agregado que se dosifico con 350 Kg de cemento |
| | Combinación de agregado que se dosifico con 300 Kg de cemento |
| | Combinación de agregado que se dosifico con 250 Kg de cemento |

| | valor menor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|---|
| | Ŷ ₅₂ = | Ŷ ₆₃ = | Ŷ ₅₁ = | Ŷ ₆₂ = | Ŷ ₈₃ = | Ŷ ₇₃ = | Ŷ ₇₂ = | Ŷ ₈₂ = | Ŷ ₆₁ = | Ŷ ₇₁ = | Ŷ ₂₃ = | Ŷ ₈₁ = | Ŷ ₁₃ = | Ŷ ₂₂ = | Ŷ ₁₂ = | Ŷ ₁₁ = | Ŷ ₂₁ = | Ŷ ₄₃ = | Ŷ ₃₃ = | Ŷ ₃₂ = | Ŷ ₄₂ = | Ŷ ₃₁ = | Ŷ ₄₁ = | p | |
| valor mayor | 5.95 | 5.80 | 5.55 | 5.53 | 5.53 | 5.20 | 5.14 | 5.00 | 4.91 | 4.80 | 4.62 | 4.53 | 4.40 | 4.38 | 4.04 | 3.88 | 3.60 | 3.59 | 3.56 | 3.32 | 3.27 | 3.00 | 2.82 | | |
| Ŷ ₅₃ = | 6.15 | 0.21 | 0.36 | 0.60 | 0.62 | 0.96 | 1.02 | 1.16 | 1.24 | 1.35 | 1.53 | 1.62 | 1.76 | 1.77 | 2.12 | 2.27 | 2.55 | 2.56 | 2.60 | 2.83 | 2.89 | 3.16 | 3.33 | 24 | |
| Ŷ ₅₂ = | 5.95 | | 0.15 | 0.39 | 0.41 | 0.75 | 0.81 | 0.95 | 1.03 | 1.15 | 1.33 | 1.42 | 1.55 | 1.57 | 1.91 | 2.07 | 2.35 | 2.36 | 2.39 | 2.62 | 2.68 | 2.95 | 3.12 | 23 | |
| Ŷ ₆₃ = | 5.80 | | | 0.24 | 0.26 | 0.60 | 0.66 | 0.80 | 0.88 | 0.99 | 1.17 | 1.26 | 1.40 | 1.41 | 1.76 | 1.91 | 2.20 | 2.20 | 2.24 | 2.47 | 2.53 | 2.80 | 2.97 | 22 | |
| Ŷ ₅₁ = | 5.55 | | | | 0.02 | 0.02 | 0.36 | 0.42 | 0.64 | 0.75 | 0.93 | 1.02 | 1.15 | 1.17 | 1.52 | 1.67 | 1.95 | 1.96 | 2.00 | 2.23 | 2.29 | 2.56 | 2.73 | 21 | |
| Ŷ ₆₂ = | 5.53 | | | | | 0.34 | 0.40 | 0.54 | 0.62 | 0.73 | 0.91 | 1.00 | 1.13 | 1.15 | 1.50 | 1.65 | 1.93 | 1.94 | 1.98 | 2.21 | 2.27 | 2.54 | 2.71 | 20 | |
| Ŷ ₈₃ = | 5.53 | | | | | 0.34 | 0.40 | 0.53 | 0.62 | 0.73 | 0.91 | 1.00 | 1.13 | 1.15 | 1.49 | 1.65 | 1.93 | 1.94 | 1.97 | 2.21 | 2.26 | 2.53 | 2.71 | 19 | |
| Ŷ ₇₃ = | 5.20 | | | | | | 0.06 | 0.20 | 0.28 | 0.39 | 0.57 | 0.66 | 0.80 | 0.82 | 1.16 | 1.31 | 1.60 | 1.61 | 1.64 | 1.87 | 1.93 | 2.20 | 2.37 | 18 | |
| Ŷ ₇₂ = | 5.14 | | | | | | | 0.14 | 0.22 | 0.33 | 0.51 | 0.60 | 0.74 | 0.76 | 1.10 | 1.25 | 1.54 | 1.55 | 1.58 | 1.81 | 1.87 | 2.14 | 2.31 | 17 | |
| Ŷ ₈₂ = | 5.00 | | | | | | | | 0.08 | 0.20 | 0.38 | 0.47 | 0.60 | 0.62 | 0.95 | 1.12 | 1.40 | 1.41 | 1.44 | 1.67 | 1.73 | 2.00 | 2.17 | 16 | |
| Ŷ ₆₁ = | 4.91 | | | | | | | | | 0.11 | 0.29 | 0.38 | 0.52 | 0.53 | 0.88 | 1.03 | 1.32 | 1.32 | 1.36 | 1.59 | 1.65 | 1.92 | 2.09 | 15 | |
| Ŷ ₇₁ = | 4.80 | | | | | | | | | | 0.18 | 0.27 | 0.40 | 0.42 | 0.77 | 0.92 | 1.20 | 1.21 | 1.25 | 1.48 | 1.54 | 1.80 | 1.98 | 14 | |
| Ŷ ₂₃ = | 4.62 | | | | | | | | | | | 0.09 | 0.22 | 0.24 | 0.59 | 0.74 | 1.02 | 1.03 | 1.07 | 1.30 | 1.36 | 1.62 | 1.80 | 13 | |
| Ŷ ₈₁ = | 4.53 | | | | | | | | | | | | 0.13 | 0.15 | 0.50 | 0.65 | 0.93 | 0.94 | 0.98 | 1.21 | 1.27 | 1.53 | 1.71 | 12 | |
| Ŷ ₁₃ = | 4.40 | | | | | | | | | | | | | 0.02 | 0.36 | 0.52 | 0.80 | 0.81 | 0.84 | 1.07 | 1.13 | 1.40 | 1.58 | 11 | |
| Ŷ ₂₂ = | 4.38 | | | | | | | | | | | | | | 0.34 | 0.50 | 0.78 | 0.79 | 0.82 | 1.06 | 1.11 | 1.38 | 1.56 | 10 | |
| Ŷ ₁₂ = | 4.04 | | | | | | | | | | | | | | | 0.15 | 0.44 | 0.45 | 0.48 | 0.71 | 0.77 | 1.04 | 1.21 | 9 | |
| Ŷ ₁₁ = | 3.88 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.28 | 0.29 | 0.33 | 0.56 | 0.62 | 0.88 | 1.06 | 8 | |
| Ŷ ₂₁ = | 3.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.01 | 0.04 | 0.28 | 0.33 | 0.60 | 0.78 | 7 |
| Ŷ ₄₃ = | 3.59 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.03 | 0.27 | 0.32 | 0.59 | 0.77 | 6 |
| Ŷ ₃₃ = | 3.56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.23 | 0.29 | 0.56 | 0.73 | 5 |
| Ŷ ₃₂ = | 3.32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.06 | 0.33 | 0.50 | 4 |
| Ŷ ₄₂ = | 3.27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.27 | 0.44 | 3 |
| Ŷ ₃₁ = | 3.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.17 | 2 |

valores no significativos

valores significativos

ANALISIS ESTADISTICO

DISEÑO FACTORIAL EN DOS FACTORES: Cantidad de cemento y Tamaño maximo de agregado

RESISTENCIA A COMPRESION

Disposición de Agrregados:

Grava Vilaque TMN 3/4
 Agregado Achacachi compuesto de arena y gravilla TMN 3/8
 Agregado Achacachi compuesto de arena y gravilla TMN N°4
 Arena Ayo Ayo
 Arena Chacoma

Condiciones:

Tamaño maximo de agregado : 3/8, N°4 y 3/4
 Cantidad de cemento m3 de Hormigón: 250,300,350

| Resistencia a Compresión- Datos de Análisis | | | | |
|---|-------------------------|------------------------------------|-------|-------|
| TMN | Combinación de Agregado | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°1 | 20.17 | 25.96 | 27.74 |
| | | 26.72 | 30.97 | 41.58 |
| | | 28.88 | 31.22 | 34.41 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°2 | 21.33 | 30.99 | 33.42 |
| | | 29.14 | 31.06 | 37.66 |
| | | 29.28 | 30.41 | 34.51 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°3 | 19.53 | 24.47 | 32.16 |
| | | 18.71 | 24.47 | 30.96 |
| | | 16.58 | 22.24 | 31.60 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°4 | 18.83 | 28.37 | 33.26 |
| | | 20.27 | 24.81 | 34.83 |
| | | 24.67 | 26.69 | 33.80 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°5 | 35.52 | 35.13 | 40.97 |
| | | 35.29 | 36.59 | 41.68 |
| | | 36.52 | 36.23 | 41.87 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°6 | 32.68 | 32.55 | 36.53 |
| | | 32.61 | 35.21 | 39.19 |
| | | 33.04 | 33.96 | 38.76 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°7 | 35.18 | 34.61 | 37.95 |
| | | 30.99 | 34.59 | 36.86 |
| | | 26.64 | 31.99 | 37.65 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°8 | 38.06 | 33.49 | 42.64 |
| | | 30.60 | 32.56 | 39.64 |
| | | 27.10 | 37.65 | 40.48 |

| Resistencia a Compresión- Promedio | | | | |
|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------|-------|
| TMN | Combinación de Agregado | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°1 | 25.26 | 29.38 | 34.58 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°2 | 26.58 | 30.82 | 35.20 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°3 | 18.27 | 23.73 | 31.57 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°4 | 21.26 | 26.62 | 33.96 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°5 | 35.77 | 35.98 | 41.51 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°6 | 32.78 | 33.91 | 38.16 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°7 | 30.93 | 33.73 | 37.48 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°8 | 31.92 | 34.57 | 40.92 |

| Resistencia a Compresión | | | | |
|--------------------------|-----------------|------------------------------------|------|------|
| DESVIACIÓN ESTÁNDAR | | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°1 | 4.54 | 2.97 | 6.92 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°2 | 4.55 | 0.36 | 2.21 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°3 | 1.52 | 1.29 | 0.60 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°4 | 3.04 | 1.78 | 0.80 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°5 | 0.65 | 0.76 | 0.48 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°6 | 0.23 | 1.33 | 1.43 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°7 | 4.27 | 1.51 | 0.56 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°8 | 5.60 | 2.71 | 1.55 |

| Resistencia a Compresión | | | | |
|--------------------------|-----------------|------------------------------------|------|-------|
| VARIANZA | | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°1 | 20.57 | 8.83 | 47.95 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°2 | 20.71 | 0.13 | 4.86 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°3 | 2.32 | 1.66 | 0.36 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°4 | 9.27 | 3.16 | 0.64 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°5 | 0.43 | 0.58 | 0.23 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°6 | 0.05 | 1.77 | 2.05 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°7 | 18.21 | 2.28 | 0.32 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°8 | 31.37 | 7.33 | 2.40 |

Suma = 187.479

Prueba de Cochran (Homogeneidad de varianzas)

Gc = 0.256
 tabla A-11 Gt = 0.2768 α = 0.05

Como Gc < Gt : Las varianzas son homogeneas
 OJO este chequeo está en la tabla ANOVA
 para los diseños factoriales (ver "repetición")

Valores atípicos:

Nivel de significación 95% alfa = 0.05 y 0.01

Resistencia a Compresión

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|--------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|----------|----------|-------|
| Nº4 | 250 | escoger el | $\frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}$ | $\frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}$ | 1.122 | q_m | 0.05 | 0.01 | para: |
| | 300 | valor máximo | 0.619 | 1.154 | 1.122 | 1.122 | aceptado | aceptado | |
| | 350 | entre: | 1.012 | 0.988 | 1.154 | 1.012 | aceptado | aceptado | |
| 3/8 | 250 | escoger el | $\frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}$ | $\frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}$ | 1.155 | q_m | 0.05 | 0.01 | para: |
| | 300 | valor máximo | 0.674 | 1.149 | 1.155 | 1.155 | aceptado | aceptado | |
| | 350 | entre: | 1.119 | 0.806 | 1.149 | 1.119 | aceptado | aceptado | |
| Nº4 | 250 | escoger el | $\frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}$ | $\frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}$ | 1.112 | q_m | 0.05 | 0.01 | para: |
| | 300 | valor máximo | 0.580 | 1.155 | 1.112 | 1.155 | aceptado | aceptado | |
| | 350 | entre: | 0.975 | 1.023 | 1.155 | 1.023 | aceptado | aceptado | |
| 3/8 | 250 | escoger el | $\frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}$ | $\frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}$ | 0.799 | q_m | 0.05 | 0.01 | para: |
| | 300 | valor máximo | 0.981 | 1.018 | 0.799 | 1.122 | aceptado | aceptado | |
| | 350 | entre: | 1.087 | 0.881 | 1.018 | 1.087 | aceptado | aceptado | |
| 3/4 | 250 | escoger el | $\frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}$ | $\frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}$ | 0.744 | q_m | 0.05 | 0.01 | para: |
| | 300 | valor máximo | 0.797 | 1.122 | 0.744 | 1.122 | aceptado | aceptado | |
| | 350 | entre: | 0.758 | 1.133 | 1.122 | 0.758 | aceptado | aceptado | |
| 3/4 | 250 | escoger el | $\frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}$ | $\frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}$ | 0.720 | q_m | 0.05 | 0.01 | para: |
| | 300 | valor máximo | 0.979 | 1.020 | 0.720 | 1.020 | aceptado | aceptado | |
| | 350 | entre: | 0.722 | 1.142 | 1.020 | 0.722 | aceptado | aceptado | |
| 3/4 | 250 | escoger el | $\frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}$ | $\frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}$ | 1.006 | q_m | 0.05 | 0.01 | para: |
| | 300 | valor máximo | 0.585 | 1.155 | 0.994 | 1.155 | aceptado | aceptado | |
| | 350 | entre: | 0.823 | 1.113 | 1.155 | 0.823 | aceptado | aceptado | |
| 3/4 | 250 | escoger el | $\frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}$ | $\frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}$ | 0.861 | q_m | 0.05 | 0.01 | para: |
| | 300 | valor máximo | 1.138 | 0.741 | 1.097 | 1.138 | aceptado | aceptado | |
| | 350 | entre: | 1.112 | 0.827 | 0.741 | 1.112 | aceptado | aceptado | |

$$q_m = \max\left(\frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}; \frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}\right)$$

n = 9

| Tabla para el test de valores atípicos | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | n | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 |
| a | 0.05 | 1.71 | 1.89 | 2.02 | 2.13 | 2.21 | 2.29 | 2.41 | 2.55 | 2.71 |
| | 0.01 | 1.76 | 1.97 | 2.14 | 2.28 | 2.38 | 2.48 | 2.63 | 2.81 | 3.00 |

Para Yijk

| Resistencia a Compresión | | | | |
|--------------------------|--------------------|------------------------------------|---------|---------|
| Ensayos | | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : Nº 4 | Combinación Nº1 | 406.85 | 673.70 | 769.42 |
| | | 714.17 | 959.37 | 1729.24 |
| | | 834.00 | 974.99 | 1184.37 |
| TMN : 3/8 | Combinación Nº2 | 454.96 | 960.26 | 1116.70 |
| | | 849.42 | 964.66 | 1418.48 |
| | | 857.23 | 924.70 | 1190.66 |
| TMN : Nº 4 | Combinación Nº3 | 381.32 | 598.67 | 1034.20 |
| | | 350.01 | 599.01 | 958.39 |
| | | 274.86 | 494.58 | 998.66 |
| TMN : 3/8 | Combinación Nº4 | 354.41 | 804.72 | 1105.93 |
| | | 411.06 | 615.62 | 1213.35 |
| | | 608.70 | 712.26 | 1142.25 |
| TMN : 3/4 | Combinación Nº5 | 1261.37 | 1233.80 | 1678.26 |
| | | 1245.06 | 1338.60 | 1737.61 |
| | | 1333.46 | 1312.43 | 1752.84 |
| TMN : 3/4 | Combinación Nº6 | 1068.15 | 1059.50 | 1334.11 |
| | | 1063.70 | 1239.49 | 1536.08 |
| | | 1091.71 | 1153.27 | 1502.43 |
| TMN : 3/4 | Combinación Nº7 | 1237.34 | 1197.90 | 1440.01 |
| | | 960.16 | 1196.40 | 1358.48 |
| | | 709.82 | 1023.05 | 1417.30 |
| TMN : 3/4 | Combinación Nº8 | 1448.85 | 1121.72 | 1818.40 |
| | | 936.20 | 1060.24 | 1571.23 |
| | | 734.35 | 1417.30 | 1638.50 |

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K y_{ijk}^2 = 75870.333$$

n = 3

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| I | Número de tamaño de agregado = | 8 |
| J | Número de Cantidad de cemento = | 3 |
| K | Número de probetas ensayadas = | 3 |

/ Filas Tamaño Agregado
 † Columnas Cantidad de Cemento

| | |
|-------|--------|
| T 11. | 75.77 |
| T 12. | 88.15 |
| T 13. | 103.74 |

| | |
|-------|--------|
| T 21. | 79.75 |
| T 22. | 92.46 |
| T 23. | 105.59 |

| | |
|-------|-------|
| T 31. | 54.81 |
| T 32. | 71.18 |
| T 33. | 94.72 |

| | |
|-------|--------|
| T 41. | 63.77 |
| T 42. | 79.87 |
| T 43. | 101.89 |

| | |
|-----------|--------|
| sumatoria | |
| T1.. | 267.66 |

| | |
|-----------|--------|
| sumatoria | |
| T2.. | 277.79 |

| | |
|-----------|--------|
| sumatoria | |
| T3.. | 220.71 |

| | |
|-----------|--------|
| sumatoria | |
| T4.. | 245.53 |

| | |
|-------|--------|
| T 51. | 107.32 |
| T 52. | 107.94 |
| T 53. | 124.52 |

| | |
|-------|--------|
| T 61. | 98.34 |
| T 62. | 101.72 |
| T 63. | 114.48 |

| | |
|-------|--------|
| T 71. | 92.80 |
| T 72. | 101.18 |
| T 73. | 112.45 |

| | |
|-------|--------|
| T 81. | 95.76 |
| T 82. | 103.70 |
| T 83. | 122.76 |

| | |
|-----------|--------|
| sumatoria | |
| T5.. | 339.78 |

| | |
|-----------|--------|
| sumatoria | |
| T6.. | 314.53 |

| | |
|-----------|--------|
| sumatoria | |
| T7.. | 306.44 |

| | |
|-----------|--------|
| sumatoria | |
| T8.. | 322.22 |

| | |
|------|--------|
| T..1 | 751.50 |
| T..2 | 777.01 |
| T..3 | 766.16 |

| | |
|----------|-----------|
| (T..1)^2 | 564754.21 |
| (T..2)^2 | 603744.51 |
| (T..3)^2 | 587002.46 |

| | |
|------|--------|
| T..1 | 668.33 |
| T..2 | 746.20 |
| T..3 | 880.14 |

$$\sum_{k=1}^K T_{..k}^2 = 1755501.19$$

| | |
|----------------------------|---------|
| Suma de T..1.+T..2.+ | |
| T... | 2294.67 |

$$SC_{Tot} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K y_{ijk}^2 - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCTot = 2738.107

$$SC_{REP} = \frac{\sum_{k=1}^K T_{..k}^2}{IJ} - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCREP = 13.657

$$SC_{TRAT} = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J T_{ij}^2}{K} - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCTRAT = 2363.150

| | |
|----------|----------|
| (T11.)^2 | 5741.63 |
| (T12.)^2 | 7771.17 |
| (T13.)^2 | 10761.40 |

| | |
|----------|----------|
| (T21.)^2 | 6360.53 |
| (T22.)^2 | 8548.12 |
| (T23.)^2 | 11148.33 |

24274.21

26056.98

| | |
|----------|---------|
| (T31.)^2 | 3004.65 |
| (T32.)^2 | 5066.79 |
| (T33.)^2 | 8971.59 |

| | |
|----------|----------|
| (T41.)^2 | 4066.93 |
| (T42.)^2 | 6378.82 |
| (T43.)^2 | 10380.75 |

17043.04

20826.51

| | |
|----------|----------|
| (T51.)^2 | 11517.08 |
| (T52.)^2 | 11651.00 |
| (T53.)^2 | 15504.78 |

| | |
|----------|----------|
| (T61.)^2 | 9670.36 |
| (T62.)^2 | 10346.20 |
| (T63.)^2 | 13105.59 |

38672.85

33122.15

| | |
|----------|----------|
| (T71.)^2 | 8612.74 |
| (T72.)^2 | 10238.37 |
| (T73.)^3 | 12645.51 |

| | |
|----------|----------|
| (T81.)^2 | 9170.01 |
| (T82.)^3 | 10753.76 |
| (T83.)^4 | 15070.01 |

31496.62

34993.77

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J T_{ij}^2$$

226486.127

$$SC_A = \frac{\sum_{i=1}^I T_{i..}^2}{JK} - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCA = 1303.784

| | |
|------------|-----------|
| (T1..) ^2 | 71644.55 |
| (T2..) ^2 | 77169.85 |
| (T3..) ^2 | 48714.95 |
| (T4..) ^2 | 60283.02 |
| (T51..) ^2 | 115447.47 |
| (T6..) ^2 | 98931.59 |
| (T7..) ^2 | 93906.65 |
| (T8..) ^2 | 103826.02 |

$$\sum_{i=1}^I T_{i..}^2$$

669924.09

$$SC_B = \frac{\sum_{j=1}^J T_{.j.}^2}{IK} - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCB = 956.426

| | |
|----------|-----------|
| (T.1) ^2 | 446670.82 |
| (T.2) ^2 | 556815.19 |
| (T.3) ^2 | 774641.64 |

$$\sum_{j=1}^J T_{.j.}^2$$

1778127.65

$$SC_{AB} = SC_{TRAT} - SC_A - SC_B$$

SCAB = 102.940

$$SC_e = SC_{TOT} - SC_{TRAT} - SC_{REP}$$

SCe = 361.300

Resistencia a Compresión

$H_0 =$ No hay efecto de los tratamientos

TABLA ANOVA

| Fuente de variación | grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Razón F_c | Fisher (F_t) | |
|----------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
| | | | | | alfa = 0.01 | alfa = 0.05 |
| Repetición | 2 | 13.657 | 6.828 | 0.869 | 5.12 | 3.21 |
| Efectos principales | | | | | | |
| A (Tamaño agregado) | 7 | 1303.784 | 186.255 | 23.714 | 3.07 | 2.23 |
| B (Cantidad Cemento) | 2 | 956.426 | 478.213 | 60.885 | 5.12 | 3.21 |
| Interacción AB | 14 | 102.940 | 7.353 | 0.936 | 2.32 | 1.81 |
| Error | 46 | 361.300 | 7.854 | | | |
| Total | 71 | 2738.107 | | | | |

$F_c > F_t$ región crítica de rechazo a H_0

- Conclusión:
- 1.- La repetición es no significativa
 - 2.- El tamaño de agregado (factor A) es significativo para alfa = 0.01 y 0.05
 - 3.- La cantidad de cemento (factor B) es significativa para alfa = 0.05 y para alfa = 0.01
 - 4.- La interacción de los factores A y B no es significativa para alfa = 0.05 y no para alfa = 0.01

PRUEBA DE DUNCAN

Selección y clasificación de las 24 medias

| | | |
|-------------------|-------|---------------|
| Ŷ ₅₃ = | 41.51 | C5 - c=350 Kg |
| Ŷ ₈₃ = | 40.92 | C8 - c=350 Kg |
| Ŷ ₆₃ = | 38.16 | C6 - c=350 Kg |
| Ŷ ₇₃ = | 37.48 | C7 - c=350 Kg |
| Ŷ ₅₂ = | 35.98 | C5 - c=300 Kg |
| Ŷ ₅₁ = | 35.77 | C5 - c=250 Kg |

| | | |
|-------------------|-------|---------------|
| Ŷ ₂₃ = | 35.20 | C2 - c=350 Kg |
| Ŷ ₁₃ = | 34.58 | C1 - c=350 Kg |
| Ŷ ₈₂ = | 34.57 | C8 - c=300 Kg |
| Ŷ ₄₃ = | 33.96 | C4 - c=350 Kg |
| Ŷ ₆₂ = | 33.91 | C6 - c=300 Kg |
| Ŷ ₇₂ = | 33.73 | C7 - c=300 Kg |

| | | |
|-------------------|-------|---------------|
| Ŷ ₆₁ = | 32.78 | C6 - c=250 Kg |
| Ŷ ₈₁ = | 31.92 | C8 - c=250 Kg |
| Ŷ ₃₃ = | 31.57 | C3 - c=350 Kg |
| Ŷ ₇₁ = | 30.93 | C7 - c=250 Kg |
| Ŷ ₂₂ = | 30.82 | C2 - c=300 Kg |
| Ŷ ₁₂ = | 29.38 | C1 - c=300 Kg |

| | | |
|-------------------|-------|---------------|
| Ŷ ₄₂ = | 26.62 | C4 - c=300 Kg |
| Ŷ ₂₁ = | 26.58 | C2 - c=250 Kg |
| Ŷ ₁₁ = | 25.26 | C1 - c=250 Kg |
| Ŷ ₃₂ = | 23.73 | C3 - c=300 Kg |
| Ŷ ₄₁ = | 21.26 | C4 - c=250 Kg |
| Ŷ ₃₁ = | 18.27 | C3 - c=250 Kg |

Ŷ_{ij}

i= # de combinación de agregado (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C8)

j= Cantidad de Cemento (1 =250 Kg, 2=300 Kg y 3=350 Kg)

| | |
|--|---|
| | Combinación de agregado que se dosifico con 350 Kg de cemento |
| | Combinación de agregado que se dosifico con 300 Kg de cemento |
| | Combinación de agregado que se dosifico con 250 Kg de cemento |

| | valor menor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|----|
| valor mayor | Ŷ ₈₃ = | Ŷ ₆₃ = | Ŷ ₇₃ = | Ŷ ₅₂ = | Ŷ ₅₁ = | Ŷ ₂₃ = | Ŷ ₁₃ = | Ŷ ₈₂ = | Ŷ ₄₃ = | Ŷ ₆₂ = | Ŷ ₇₂ = | Ŷ ₆₁ = | Ŷ ₈₁ = | Ŷ ₃₃ = | Ŷ ₇₁ = | Ŷ ₂₂ = | Ŷ ₁₂ = | Ŷ ₄₂ = | Ŷ ₂₁ = | Ŷ ₁₁ = | Ŷ ₃₂ = | Ŷ ₄₁ = | Ŷ ₃₁ = | p | |
| Ŷ ₅₃ = | 41.51 | 0.59 | 3.35 | 4.02 | 5.53 | 5.73 | 6.31 | 6.93 | 6.94 | 7.54 | 7.60 | 7.78 | 8.73 | 9.59 | 9.93 | 10.57 | 10.69 | 12.12 | 14.88 | 14.92 | 16.25 | 17.78 | 20.25 | 23.23 | 24 |
| Ŷ ₈₃ = | 40.92 | | 2.76 | 3.44 | 4.94 | 5.15 | 5.72 | 6.34 | 6.35 | 6.96 | 7.01 | 7.19 | 8.14 | 9.00 | 9.35 | 9.99 | 10.10 | 11.54 | 14.30 | 14.34 | 15.66 | 17.19 | 19.66 | 22.65 | 23 |
| Ŷ ₆₃ = | 38.16 | | | 0.68 | 2.18 | 2.39 | 2.96 | 3.58 | 3.59 | 4.20 | 4.25 | 4.43 | 5.38 | 6.24 | 6.59 | 7.22 | 7.34 | 8.78 | 11.54 | 11.58 | 12.90 | 14.43 | 16.90 | 19.89 | 22 |
| Ŷ ₇₃ = | 37.48 | | | | 1.50 | 1.71 | 2.29 | 2.91 | 2.92 | 3.52 | 3.58 | 3.76 | 4.70 | 5.56 | 5.91 | 6.55 | 6.67 | 8.10 | 10.86 | 10.90 | 12.23 | 13.76 | 16.23 | 19.21 | 21 |
| Ŷ ₅₂ = | 35.98 | | | | | 0.21 | 0.78 | 1.40 | 1.41 | 2.02 | 2.07 | 2.25 | 3.20 | 4.06 | 4.41 | 5.04 | 5.16 | 6.60 | 9.36 | 9.40 | 10.72 | 12.25 | 14.72 | 17.71 | 20 |
| Ŷ ₅₁ = | 35.77 | | | | | | 0.58 | 1.19 | 1.21 | 1.81 | 1.87 | 2.04 | 2.99 | 3.85 | 4.20 | 4.84 | 4.95 | 6.39 | 9.15 | 9.19 | 10.51 | 12.05 | 14.52 | 17.50 | 19 |
| Ŷ ₂₃ = | 35.20 | | | | | | | 0.62 | 0.63 | 1.23 | 1.29 | 1.47 | 2.42 | 3.28 | 3.62 | 4.26 | 4.38 | 5.81 | 8.57 | 8.61 | 9.94 | 11.47 | 13.94 | 16.92 | 18 |
| Ŷ ₁₃ = | 34.58 | | | | | | | | 0.01 | 0.62 | 0.67 | 0.85 | 1.80 | 2.66 | 3.01 | 3.64 | 3.76 | 5.19 | 7.96 | 7.99 | 9.32 | 10.85 | 13.32 | 16.31 | 17 |
| Ŷ ₈₂ = | 34.57 | | | | | | | | | 0.60 | 0.66 | 0.84 | 1.79 | 2.65 | 2.99 | 3.63 | 3.75 | 5.18 | 7.94 | 7.98 | 9.31 | 10.84 | 13.31 | 16.30 | 16 |
| Ŷ ₄₃ = | 33.96 | | | | | | | | | | 0.06 | 0.23 | 1.18 | 2.04 | 2.39 | 3.03 | 3.14 | 4.58 | 7.34 | 7.38 | 8.70 | 10.23 | 12.70 | 15.69 | 15 |
| Ŷ ₆₂ = | 33.91 | | | | | | | | | | | 0.18 | 1.13 | 1.99 | 2.33 | 2.97 | 3.09 | 4.52 | 7.28 | 7.32 | 8.65 | 10.18 | 12.65 | 15.63 | 14 |
| Ŷ ₇₂ = | 33.73 | | | | | | | | | | | | 0.95 | 1.81 | 2.16 | 2.79 | 2.91 | 4.34 | 7.11 | 7.14 | 8.47 | 10.00 | 12.47 | 15.46 | 13 |
| Ŷ ₆₁ = | 32.78 | | | | | | | | | | | | | 0.86 | 1.21 | 1.84 | 1.96 | 3.39 | 6.16 | 6.20 | 7.52 | 9.05 | 11.52 | 14.51 | 12 |
| Ŷ ₈₁ = | 31.92 | | | | | | | | | | | | | | 0.35 | 0.99 | 1.10 | 2.54 | 5.30 | 5.34 | 6.66 | 8.19 | 10.66 | 13.65 | 11 |
| Ŷ ₃₃ = | 31.57 | | | | | | | | | | | | | | | 0.64 | 0.75 | 2.19 | 4.95 | 4.99 | 6.31 | 7.85 | 10.32 | 13.30 | 10 |
| Ŷ ₇₁ = | 30.93 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.12 | 1.55 | 4.31 | 4.35 | 5.68 | 7.21 | 9.68 | 12.66 | 9 |
| Ŷ ₂₂ = | 30.82 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.43 | 4.20 | 4.23 | 5.56 | 7.09 | 9.56 | 12.55 | 8 |
| Ŷ ₁₂ = | 29.38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2.76 | 2.80 | 4.13 | 5.66 | 8.13 | 11.11 | 7 |
| Ŷ ₄₂ = | 26.62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.04 | 1.36 | 2.90 | 5.37 | 8.35 | 6 |
| Ŷ ₂₁ = | 26.58 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.33 | 2.86 | 5.33 | 8.31 | 5 |
| Ŷ ₁₁ = | 25.26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.53 | 4.00 | 6.99 | 4 |
| Ŷ ₃₂ = | 23.73 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2.47 | 5.46 | 3 |
| Ŷ ₄₁ = | 21.26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2.99 | 2 |

valores no significativos

valores significativos

ANALISIS ESTADISTICO

DISEÑO FACTORIAL EN DOS FACTORES: Cantidad de cemento y Tamaño maximo de agregado

RESISTENCIA A DESGASTE POR ABRASION

Disposición de Agregados:

Grava Vilaque TMN 3/4
 Agregado Achacachi compuesto de arena y gravilla TMN 3/8
 Agregado Achacachi compuesto de arena y gravilla TMN N°4
 Arena Ayo Ayo
 Arena Chacoma

Condiciones:

Tamaño maximo de agregado : 3/8, N°4 y 3/4
 Cantidad de cemento m3 de Hormigón: 250,300,350

| Resistencia a Desgaste- Datos de Análisis | | | | |
|---|-------------------------|------------------------------------|------|------|
| TMN | Combinación de Agregado | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°1 | 0.80 | 0.49 | 0.50 |
| | | 0.73 | 0.45 | 0.51 |
| | | 0.80 | 0.56 | 0.41 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°2 | 0.79 | 0.70 | 0.67 |
| | | 0.80 | 0.65 | 0.41 |
| | | 0.57 | 0.64 | 0.52 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°3 | 1.65 | 0.92 | 1.08 |
| | | 1.43 | 1.46 | 1.25 |
| | | 1.56 | 1.58 | 0.60 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°4 | 1.28 | 0.92 | 0.70 |
| | | 1.18 | 1.49 | 0.49 |
| | | 0.84 | 0.87 | 0.42 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°5 | 0.54 | 0.34 | 0.44 |
| | | 0.45 | 0.43 | 0.40 |
| | | 0.41 | 0.49 | 0.34 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°6 | 0.42 | 0.35 | 0.51 |
| | | 0.51 | 0.43 | 0.33 |
| | | 0.48 | 0.46 | 0.36 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°7 | 0.41 | 0.37 | 0.38 |
| | | 0.42 | 0.55 | 0.47 |
| | | 0.60 | 0.39 | 0.42 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°8 | 0.44 | 0.36 | 0.50 |
| | | 0.45 | 0.62 | 0.33 |
| | | 0.60 | 0.37 | 0.39 |

| Resistencia a Desgaste - Promedio | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|------------------------------------|------|------|
| TMN | Combinación de Agregado | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°1 | 0.78 | 0.50 | 0.47 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°2 | 0.72 | 0.67 | 0.53 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°3 | 1.55 | 1.32 | 0.98 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°4 | 1.10 | 1.09 | 0.54 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°5 | 0.47 | 0.42 | 0.39 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°6 | 0.47 | 0.42 | 0.40 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°7 | 0.48 | 0.44 | 0.42 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°8 | 0.50 | 0.45 | 0.41 |

| Resistencia a Desgaste | | | | |
|------------------------|-----------------|------------------------------------|------|------|
| DESVIACIÓN ESTÁNDAR | | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°1 | 0.04 | 0.05 | 0.06 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°2 | 0.13 | 0.03 | 0.13 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°3 | 0.11 | 0.35 | 0.33 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°4 | 0.23 | 0.34 | 0.15 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°5 | 0.07 | 0.08 | 0.05 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°6 | 0.04 | 0.06 | 0.10 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°7 | 0.11 | 0.10 | 0.05 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°8 | 0.09 | 0.15 | 0.08 |

| Resistencia a Desgaste | | | | |
|------------------------|-----------------|------------------------------------|------|------|
| VARIANZA | | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°2 | 0.02 | 0.00 | 0.02 |
| TMN : N° 4 | Combinación N°3 | 0.01 | 0.12 | 0.11 |
| TMN : 3/8 | Combinación N°4 | 0.05 | 0.12 | 0.02 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°5 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°6 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°7 | 0.01 | 0.01 | 0.00 |
| TMN : 3/4 | Combinación N°8 | 0.01 | 0.02 | 0.01 |

Suma = 0.569

Prueba de Cochran (Homogeneidad de varianzas)

Gc = 0.219
 tabla A-11 Gt = 0.2768 α = 0.05

Como Gc < Gt : Las varianzas son homogeneas
 OJO este chequeo está en la tabla ANOVA
 para los diseños factoriales (ver "repetición")

Valores atípicos:

Nivel de significación 95% alfa = 0.05 y 0.01

Resistencia a Desgaste

| | | | $\frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}$ | $\frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}$ | q_m | 0.05 | para: | 0.01 |
|-----|-----|------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|----------|----------|----------|
| Nº4 | 250 | escoger el | 0.577 | 1.155 | 1.155 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 300 | valor | 1.079 | 0.895 | 1.079 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 350 | máximo | 0.651 | 1.151 | 1.151 | aceptado | aceptado | aceptado |
| 3/8 | 250 | escoger el | 0.609 | 1.154 | 1.154 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 300 | valor | 1.134 | 0.756 | 1.134 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 350 | máximo | 1.058 | 0.930 | 1.058 | aceptado | aceptado | aceptado |
| Nº4 | 250 | escoger el | 0.930 | 1.058 | 1.058 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 300 | valor | 0.740 | 1.138 | 1.138 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 350 | máximo | 0.815 | 1.116 | 1.116 | aceptado | aceptado | aceptado |
| 3/8 | 250 | escoger el | 0.786 | 1.126 | 1.126 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 300 | valor | 1.151 | 0.654 | 1.151 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 350 | máximo | 1.116 | 0.814 | 1.116 | aceptado | aceptado | aceptado |
| 3/4 | 250 | escoger el | 1.096 | 0.864 | 1.096 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 300 | valor | 0.940 | 1.051 | 1.051 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 350 | máximo | 0.907 | 1.072 | 1.072 | aceptado | aceptado | aceptado |
| 3/4 | 250 | escoger el | 0.727 | 1.060 | 1.060 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 300 | valor | 0.851 | 1.101 | 1.101 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 350 | máximo | 1.138 | 0.740 | 1.138 | aceptado | aceptado | aceptado |
| 3/4 | 250 | escoger el | 1.151 | 0.916 | 1.154 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 300 | valor | 1.151 | 0.659 | 1.151 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 350 | máximo | 1.055 | 0.934 | 1.055 | aceptado | aceptado | aceptado |
| 3/4 | 250 | escoger el | 1.155 | 0.625 | 1.153 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 300 | valor | 1.155 | 0.592 | 1.155 | aceptado | aceptado | aceptado |
| | 350 | máximo | 1.072 | 0.907 | 1.072 | aceptado | aceptado | aceptado |

$$q_m = \max\left(\frac{x_{\max} - \bar{x}}{S}; \frac{\bar{x} - x_{\min}}{S}\right) \quad n = 9$$

| Tabla para el test de valores atípicos | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | n | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 |
| a | 0.05 | 1.71 | 1.89 | 2.02 | 2.13 | 2.21 | 2.29 | 2.41 | 2.55 | 2.71 |
| | 0.01 | 1.76 | 1.97 | 2.14 | 2.28 | 2.38 | 2.48 | 2.63 | 2.81 | 3.00 |

Para Yijk

| Ensayos 2010 | | Resistencia a Desgaste | | |
|--------------|-----------------|------------------------------------|------|------|
| | | Cantidad de cemento m3 de Hormigón | | |
| | | 250 | 300 | 350 |
| TMN : Nº 4 | Combinación Nº1 | 0.65 | 0.24 | 0.25 |
| | | 0.54 | 0.21 | 0.26 |
| | | 0.65 | 0.31 | 0.17 |
| TMN : 3/8 | Combinación Nº2 | 0.63 | 0.50 | 0.45 |
| | | 0.64 | 0.43 | 0.17 |
| | | 0.33 | 0.41 | 0.27 |
| TMN : Nº 4 | Combinación Nº3 | 2.72 | 0.85 | 1.16 |
| | | 2.05 | 2.14 | 1.55 |
| | | 2.44 | 2.51 | 0.37 |
| TMN : 3/8 | Combinación Nº4 | 1.65 | 0.85 | 0.49 |
| | | 1.39 | 2.21 | 0.24 |
| | | 0.70 | 0.75 | 0.17 |
| TMN : 3/4 | Combinación Nº5 | 0.29 | 0.12 | 0.19 |
| | | 0.21 | 0.18 | 0.16 |
| | | 0.17 | 0.24 | 0.11 |
| TMN : 3/4 | Combinación Nº6 | 0.18 | 0.13 | 0.26 |
| | | 0.26 | 0.18 | 0.11 |
| | | 0.23 | 0.21 | 0.13 |
| TMN : 3/4 | Combinación Nº7 | 0.17 | 0.14 | 0.14 |
| | | 0.18 | 0.30 | 0.22 |
| | | 0.36 | 0.15 | 0.17 |
| TMN : 3/4 | Combinación Nº8 | 0.20 | 0.13 | 0.25 |
| | | 0.20 | 0.38 | 0.11 |
| | | 0.36 | 0.13 | 0.15 |

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K y_{ijk}^2 = 38.423$$

n = 3

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| I | Número de tamaño de agregado = | 8 |
| J | Número de Cantidad de cemento = | 3 |
| K | Número de probetas ensayadas = | 3 |

A Filas Tamaño Agregado
B Columnas Cantidad de Cemento

| | |
|-------|------|
| T 11. | 2.34 |
| T 12. | 1.50 |
| T 13. | 1.42 |

| | |
|-------|------|
| T 21. | 2.16 |
| T 22. | 2.00 |
| T 23. | 1.60 |

| | |
|-------|------|
| T 31. | 4.65 |
| T 32. | 3.97 |
| T 33. | 2.93 |

| | |
|-------|------|
| T 41. | 3.30 |
| T 42. | 3.28 |
| T 43. | 1.61 |

| | |
|-----------|------|
| sumatoria | |
| T1.. | 5.26 |

| | |
|-----------|------|
| sumatoria | |
| T2.. | 5.76 |

| | |
|-----------|-------|
| sumatoria | |
| T3.. | 11.54 |

| | |
|-----------|------|
| sumatoria | |
| T4.. | 8.18 |

| | |
|-------|------|
| T 51. | 1.41 |
| T 52. | 1.26 |
| T 53. | 1.18 |

| | |
|-------|------|
| T 61. | 1.41 |
| T 62. | 1.25 |
| T 63. | 1.19 |

| | |
|-------|------|
| T 71. | 1.43 |
| T 72. | 1.31 |
| T 73. | 1.27 |

| | |
|-------|------|
| T 81. | 1.49 |
| T 82. | 1.35 |
| T 83. | 1.22 |

| | |
|-----------|------|
| sumatoria | |
| T5.. | 3.85 |

| | |
|-----------|------|
| sumatoria | |
| T6.. | 3.85 |

| | |
|-----------|------|
| sumatoria | |
| T7.. | 4.01 |

| | |
|-----------|------|
| sumatoria | |
| T8.. | 4.05 |

| | |
|------|-------|
| T..1 | 15.58 |
| T..2 | 16.25 |
| T..3 | 14.67 |

| | |
|----------|--------|
| (T..1)^2 | 242.84 |
| (T..2)^2 | 263.93 |
| (T..3)^2 | 215.11 |

$$\sum_{k=1}^K T_{..k}^2 = 721.88$$

| | |
|------|-------|
| T.1. | 18.19 |
| T.2. | 15.91 |
| T.3. | 12.40 |

| | |
|--------------------------|-------|
| Suma de T.1.+T.2.+ | |
| T... | 46.50 |

$$SC_{Tot} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K y_{ijk}^2 - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCTot = 8.397

$$SC_{REP} = \frac{\sum_{k=1}^K T_{..k}^2}{IJ} - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCREP = 0.052

$$SC_{TRAT} = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J T_{ij}^2}{K} - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCTRAT = 7.259

| | |
|----------|------|
| (T11.)^2 | 5.48 |
| (T12.)^2 | 2.26 |
| (T13.)^2 | 2.01 |

| | |
|----------|------|
| (T21.)^2 | 4.68 |
| (T22.)^2 | 4.00 |
| (T23.)^2 | 2.56 |

9.75

11.24

| | |
|----------|-------|
| (T31.)^2 | 21.58 |
| (T32.)^2 | 15.73 |
| (T33.)^2 | 8.56 |

| | |
|----------|-------|
| (T41.)^2 | 10.89 |
| (T42.)^2 | 10.73 |
| (T43.)^2 | 2.59 |

45.87

24.20

| | |
|----------|------|
| (T51.)^2 | 1.98 |
| (T52.)^2 | 1.59 |
| (T53.)^2 | 1.38 |

| | |
|----------|------|
| (T61.)^2 | 1.98 |
| (T62.)^2 | 1.55 |
| (T63.)^2 | 1.42 |

4.96

4.96

| | |
|----------|------|
| (T71.)^2 | 2.05 |
| (T72.)^2 | 1.71 |
| (T73.)^3 | 1.60 |

| | |
|----------|------|
| (T81.)^2 | 2.21 |
| (T82.)^3 | 1.81 |
| (T83.)^4 | 1.48 |

5.37

5.50

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J T_{ij}^2$$

111.854

$$SC_A = \frac{\sum_{i=1}^I T_{i..}^2}{JK} - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCA = 5.866

| | |
|------------|--------|
| (T1..) ^2 | 27.69 |
| (T2..) ^2 | 33.21 |
| (T3..) ^2 | 133.11 |
| (T4..) ^2 | 66.97 |
| (T51..) ^2 | 14.79 |
| (T6..) ^2 | 14.79 |
| (T7..) ^2 | 16.07 |
| (T8..) ^2 | 16.40 |

$$\sum_{i=1}^I T_{i..}^2 = 323.03$$

$$SC_B = \frac{\sum_{j=1}^J T_{.j.}^2}{IK} - \frac{T_{...}^2}{IJK}$$

SCB = 0.708

| | |
|-----------|--------|
| (T.1.) ^2 | 330.79 |
| (T.2.) ^2 | 253.08 |
| (T.3.) ^2 | 153.76 |

$$\sum_{j=1}^J T_{.j.}^2 = 737.62$$

$$SC_{AB} = SC_{TRAT} - SC_A - SC_B$$

SCAB = 0.684

Resistencia a Desgaste

$$SC_e = SC_{TOT} - SC_{TRAT} - SC_{REP}$$

SCe = 1.086

H₀ = No hay efecto de los tratamientos

TABLA ANOVA

| Fuente de variación | grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Razón F _c | Fisher (F _i) | |
|----------------------|--------------------|-------------------|------------------|----------------------|--------------------------|-------------|
| | | | | | alfa = 0.01 | alfa = 0.05 |
| Repetición | 2 | 0.052 | 0.026 | 1.110 | 5.12 | 3.21 |
| Efectos principales | | | | | | |
| A (Tamaño agregado) | 7 | 5.866 | 0.838 | 35.493 | 3.07 | 2.23 |
| B (Cantidad Cemento) | 2 | 0.708 | 0.354 | 14.999 | 5.12 | 3.21 |
| Interacción AB | 14 | 0.684 | 0.049 | 2.069 | 2.32 | 1.81 |
| Error | 46 | 1.086 | 0.024 | | | |
| Total | 71 | 8.397 | | | | |

F_c > F_t región crítica de rechazo a H₀

- Conclusión:
- 1.- La repetición es no significativa
 - 2.- El tamaño de agregado (factor A) es significativo para alfa = 0.01 y 0.05
 - 3.- La cantidad de cemento (factor B) es significativa para alfa = 0.05 y para alfa = 0.01
 - 4.- La interacción de los factores A y B es significativa para alfa = 0.05 y no para alfa = 0.01

PRUEBA DE DUNCAN

Selección y clasificación de las 24 medias

| | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $\hat{Y}_{31}=$ 1.55 C3 - c=250 Kg | $\hat{Y}_{21}=$ 0.72 C2 - c=250 Kg | $\hat{Y}_{71}=$ 0.48 C7 - c=250 Kg | $\hat{Y}_{73}=$ 0.422 C7 - c=350 Kg |
| $\hat{Y}_{32}=$ 1.32 C3 - c=300 Kg | $\hat{Y}_{22}=$ 0.67 C2 - c=300 Kg | $\hat{Y}_{13}=$ 0.472 C1 - c=350 Kg | $\hat{Y}_{52}=$ 0.421 C5 - c=300 Kg |
| $\hat{Y}_{41}=$ 1.10 C4 - c=250 Kg | $\hat{Y}_{43}=$ 0.54 C4 - c=350 Kg | $\hat{Y}_{61}=$ 0.469 C6 - c=250 Kg | $\hat{Y}_{62}=$ 0.415 C6 - c=300 Kg |
| $\hat{Y}_{42}=$ 1.09 C4 - c=300 Kg | $\hat{Y}_{23}=$ 0.53 C2 - c=350 Kg | $\hat{Y}_{51}=$ 0.469 C5 - c=250 Kg | $\hat{Y}_{83}=$ 0.41 C8 - c=350 Kg |
| $\hat{Y}_{33}=$ 0.98 C3 - c=350 Kg | $\hat{Y}_{12}=$ 0.50 C1 - c=300 Kg | $\hat{Y}_{82}=$ 0.45 C8 - c=300 Kg | $\hat{Y}_{63}=$ 0.40 C6 - c=350 Kg |
| $\hat{Y}_{11}=$ 0.78 C1 - c=250 Kg | $\hat{Y}_{81}=$ 0.50 C8 - c=250 Kg | $\hat{Y}_{72}=$ 0.44 C7 - c=300 Kg | $\hat{Y}_{53}=$ 0.39 C5 - c=350 Kg |

\hat{Y}_{ij}

i= # de combinación de agregado (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C8)

j= Cantidad de Cemento (1 =250 Kg , 2=300 Kg y 3=350 Kg)

| | |
|--|---|
| | Combinación de agregado que se dosifico con 350 Kg de cemento |
| | Combinación de agregado que se dosifico con 300 Kg de cemento |
| | Combinación de agregado que se dosifico con 250 Kg de cemento |

| | | valor menor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|
| | | $\hat{Y}_{32}=$ | $\hat{Y}_{41}=$ | $\hat{Y}_{42}=$ | $\hat{Y}_{33}=$ | $\hat{Y}_{11}=$ | $\hat{Y}_{21}=$ | $\hat{Y}_{22}=$ | $\hat{Y}_{43}=$ | $\hat{Y}_{23}=$ | $\hat{Y}_{12}=$ | $\hat{Y}_{81}=$ | $\hat{Y}_{71}=$ | $\hat{Y}_{13}=$ | $\hat{Y}_{61}=$ | $\hat{Y}_{51}=$ | $\hat{Y}_{82}=$ | $\hat{Y}_{72}=$ | $\hat{Y}_{73}=$ | $\hat{Y}_{52}=$ | $\hat{Y}_{62}=$ | $\hat{Y}_{83}=$ | $\hat{Y}_{63}=$ | $\hat{Y}_{53}=$ | |
| valor mayor | | 1.32 | 1.10 | 1.09 | 0.98 | 0.78 | 0.72 | 0.67 | 0.54 | 0.53 | 0.50 | 0.50 | 0.48 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.45 | 0.44 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.41 | 0.40 | 0.39 | p |
| $\hat{Y}_{31}=$ 1.55 | 0.23 | 0.45 | 0.46 | 0.57 | 0.77 | 0.83 | 0.88 | 1.01 | 1.02 | 1.05 | 1.05 | 1.07 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.10 | 1.11 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.14 | 1.15 | 1.16 | 24 | |
| $\hat{Y}_{32}=$ 1.32 | | 0.22 | 0.23 | 0.35 | 0.54 | 0.60 | 0.66 | 0.79 | 0.79 | 0.82 | 0.83 | 0.84 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.87 | 0.89 | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.92 | 0.92 | 0.93 | 23 | |
| $\hat{Y}_{41}=$ 1.10 | | | 0.01 | 0.13 | 0.32 | 0.38 | 0.43 | 0.56 | 0.57 | 0.60 | 0.60 | 0.62 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.65 | 0.66 | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.69 | 0.70 | 0.71 | 22 | |
| $\hat{Y}_{42}=$ 1.09 | | | | 0.12 | 0.31 | 0.37 | 0.43 | 0.56 | 0.56 | 0.59 | 0.60 | 0.61 | 0.62 | 0.62 | 0.62 | 0.64 | 0.66 | 0.67 | 0.67 | 0.68 | 0.69 | 0.69 | 0.70 | 21 | |
| $\hat{Y}_{33}=$ 0.98 | | | | | 0.19 | 0.25 | 0.31 | 0.44 | 0.44 | 0.47 | 0.48 | 0.50 | 0.50 | 0.51 | 0.51 | 0.53 | 0.54 | 0.55 | 0.55 | 0.57 | 0.57 | 0.58 | 0.58 | 20 | |
| $\hat{Y}_{11}=$ 0.78 | | | | | | 0.06 | 0.11 | 0.24 | 0.25 | 0.28 | 0.28 | 0.30 | 0.31 | 0.31 | 0.31 | 0.33 | 0.34 | 0.36 | 0.36 | 0.37 | 0.38 | 0.38 | 0.39 | 19 | |
| $\hat{Y}_{21}=$ 0.72 | | | | | | | 0.05 | 0.18 | 0.19 | 0.22 | 0.22 | 0.24 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.27 | 0.28 | 0.30 | 0.30 | 0.31 | 0.32 | 0.32 | 0.33 | 18 | |
| $\hat{Y}_{22}=$ 0.67 | | | | | | | | 0.13 | 0.13 | 0.17 | 0.17 | 0.19 | 0.19 | 0.20 | 0.20 | 0.22 | 0.23 | 0.24 | 0.25 | 0.25 | 0.26 | 0.27 | 0.28 | 17 | |
| $\hat{Y}_{43}=$ 0.54 | | | | | | | | | 0.00 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.09 | 0.10 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 16 | |
| $\hat{Y}_{23}=$ 0.53 | | | | | | | | | | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 15 | |
| $\hat{Y}_{12}=$ 0.50 | | | | | | | | | | | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.11 | 14 | |
| $\hat{Y}_{81}=$ 0.50 | | | | | | | | | | | | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 13 | |
| $\hat{Y}_{71}=$ 0.48 | | | | | | | | | | | | | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 12 | |
| $\hat{Y}_{13}=$ 0.47 | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 11 | | |
| $\hat{Y}_{61}=$ 0.47 | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 10 | | |
| $\hat{Y}_{51}=$ 0.47 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 9 | |
| $\hat{Y}_{82}=$ 0.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 8 | |
| $\hat{Y}_{72}=$ 0.44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 7 | |
| $\hat{Y}_{73}=$ 0.42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 6 | |
| $\hat{Y}_{52}=$ 0.42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 5 | |
| $\hat{Y}_{62}=$ 0.42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 4 | |
| $\hat{Y}_{83}=$ 0.41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.01 | 0.01 | 3 | |
| $\hat{Y}_{63}=$ 0.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.01 | 2 | |

valores no significativos

valores significativos

6.- Regresión lineal

La regresión Lineal en la definición de una variable cuantitativa respuesta a través de otra variable explicativa predictora estableciendo un rol de las variables en un modelo de ecuación de regresión.

La correlación de datos entre ensayos realizados, se relaciona por su combinación correspondiente, de tal manera se establece proceso de regresión que vincula un ensayo con otro en su respectiva combinación de agregado para ver la afinidad de comportamiento.

En el caso de estudio se tiene 8 combinaciones de agregados, donde cada probeta de ensayos de flexión, compresión, y desgaste, donde la correlación se realiza en base a estas combinaciones de áridos, por tanto resultado de un ensayo con otro se correlaciona con su respectiva combinación de agregado como puede verse en el cuadro.

Cuadro: Correlación entre ensayos referida a su respectiva combinación de agregado

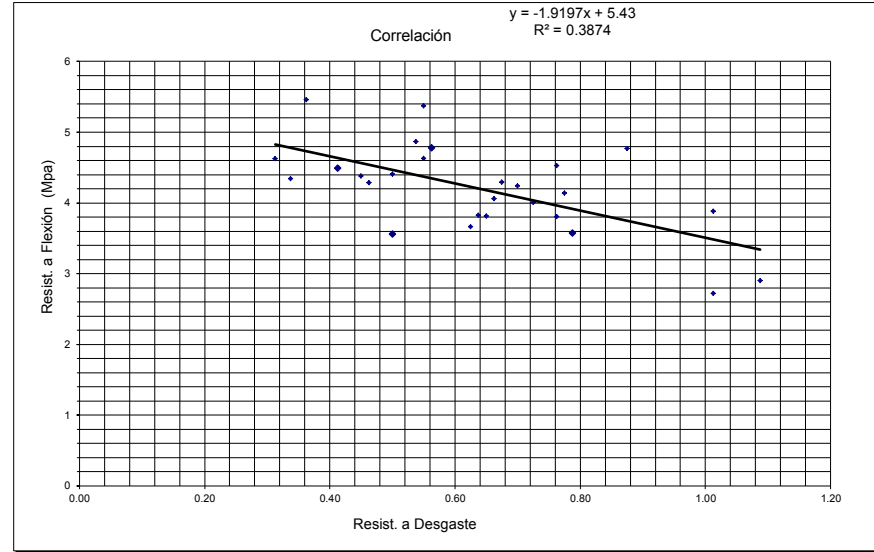
| CORRELACION | COMBINACION DE AGREGADO EN SU DIFERENTE PROPORCION DE CEMENTO | | | | | | | |
|--|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | C=250 C=300 C=350 | C=250 C=300 C=350 | C=250 C=300 C=350 | C=250 C=300 C=350 | C=250 C=300 C=350 | C=250 C=300 C=350 | C=250 C=300 C=350 | C=250 C=300 C=350 |
| RESISTENCIA A FLEXIÓN RESISTENCIA A COMPRESION | Comb-1 | Comb-2 | Comb-3 | Comb-4 | Comb-5 | Comb-6 | Comb-7 | Comb-8 |
| RESISTENCIA A DESGASTE RESISTENCIA A FLEXION | Comb-1 | Comb-2 | Comb-3 | Comb-4 | Comb-5 | Comb-6 | Comb-7 | Comb-8 |
| RESISTENCIA A DESGASTE RESISTENCIA A COMPRESION | Comb-1 | Comb-2 | Comb-3 | Comb-4 | Comb-5 | Comb-6 | Comb-7 | Comb-8 |

REGRESION Y CORRELACION

CORRELACIÓN ENTRE RESISTENCIA A DESGASTE Y RESISTENCIA A FLEXIÓN EN ADOQUINES TIPO DOBLE S (COMBINACION N°2 - TMN 3/8)

| DESGASTE | MATRIZ X | FLEXION | MATRIZ Y |
|----------|----------|---------|----------|
| 1 | 0.500 | 3.561 | |
| 1 | 0.787 | 3.575 | |
| 1 | 1.088 | 2.900 | |
| 1 | 0.625 | 3.665 | |
| 1 | 1.013 | 2.720 | |
| 1 | 0.763 | 3.808 | |
| 1 | 0.725 | 4.008 | |
| 1 | 0.650 | 3.816 | |
| 1 | 0.337 | 4.343 | |
| 1 | 0.775 | 4.139 | |
| 1 | 0.462 | 4.285 | |
| 1 | 0.875 | 4.769 | |
| 1 | 0.763 | 4.527 | |
| 1 | 0.538 | 4.865 | |
| 1 | 0.663 | 4.061 | |
| 1 | 0.413 | 4.492 | |
| 1 | 0.500 | 4.407 | |
| 1 | 1.013 | 3.882 | |
| 1 | 0.637 | 3.826 | |
| 1 | 0.700 | 4.240 | |
| 1 | 0.675 | 4.294 | |
| 1 | 0.313 | 4.623 | |
| 1 | 0.363 | 5.460 | |
| 1 | 0.563 | 4.780 | |
| 1 | 0.550 | 5.372 | |
| 1 | 0.450 | 4.380 | |
| 1 | 0.550 | 4.629 | |

X = Resistencia a Desgaste
Y = Resistencia a DESGASTE en Mpa.



| | | | |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| MATRIZ X' = X transp. | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0.500 | 0.787 | 1.088 | 0.625 |
| 0.787 | 1.088 | 0.625 | 1.013 |
| 1.088 | 0.625 | 1.013 | 0.763 |
| 0.625 | 1.013 | 0.763 | 0.725 |
| 1.013 | 0.763 | 0.725 | 0.650 |
| 0.763 | 0.725 | 0.650 | 0.337 |
| 0.650 | 0.337 | 0.775 | 0.462 |
| 0.337 | 0.775 | 0.462 | 0.875 |
| 0.775 | 0.462 | 0.875 | 0.763 |
| 0.462 | 0.875 | 0.763 | 0.538 |
| 0.875 | 0.763 | 0.538 | 0.663 |
| 0.763 | 0.538 | 0.663 | 0.413 |
| 0.538 | 0.663 | 0.413 | 0.500 |
| 0.663 | 0.413 | 0.500 | 1.013 |
| 0.413 | 0.500 | 1.013 | 0.637 |
| 0.500 | 1.013 | 0.637 | 0.700 |
| 1.013 | 0.637 | 0.700 | 0.675 |
| 0.637 | 0.700 | 0.675 | 0.313 |
| 0.700 | 0.675 | 0.313 | 0.363 |
| 0.675 | 0.313 | 0.363 | 0.563 |
| 0.313 | 0.363 | 0.563 | 0.550 |
| 0.363 | 0.563 | 0.550 | 0.450 |
| 0.563 | 0.550 | 0.450 | 0.550 |

| | | | |
|--|--|---|---|
| Matriz X' * X | Minv = INV(Matriz X'*X) | C = MATRIZ X'*Y | MATRIZ A = A inv * C |
| $\begin{bmatrix} 27.000 & 17.288 \\ 17.288 & 12.152 \end{bmatrix}$ | $\begin{bmatrix} 0.416 & -0.591 \\ -0.591 & 0.923 \end{bmatrix}$ | $\begin{bmatrix} 113.425 \\ 70.544 \end{bmatrix}$ | $\begin{bmatrix} 5.430 \text{ ao} \\ -1.920 \text{ a1} \end{bmatrix}$ |

| | | | | | |
|----------------|---------------|-------------------|--------------------|----------|--------------|
| MODELO: | Yest = | -1.920 | * X | + | 5.430 |
| Matriz Y | Matriz Y est | Matriz (Y-Yest)^2 | Matriz (Y-Yprom)^2 | | |
| 3.561 | 4.470 | 0.827 | 0.410 | | |
| 3.575 | 3.918 | 0.118 | 0.392 | | |
| 2.900 | 3.342 | 0.196 | 1.692 | | |
| 3.665 | 4.230 | 0.320 | 0.288 | | |
| 2.720 | 3.486 | 0.588 | 2.194 | | |
| 3.808 | 3.966 | 0.025 | 0.154 | | |
| 4.008 | 4.038 | 0.001 | 0.037 | | |
| 3.816 | 4.182 | 0.134 | 0.148 | | |
| 4.343 | 4.782 | 0.193 | 0.020 | | |
| 4.139 | 3.942 | 0.039 | 0.004 | | |
| 4.285 | 4.542 | 0.066 | 0.007 | | |
| 4.769 | 3.750 | 1.038 | 0.323 | | |
| 4.527 | 3.966 | 0.314 | 0.106 | | |
| 4.865 | 4.398 | 0.218 | 0.441 | | |
| 4.061 | 4.158 | 0.010 | 0.020 | | |
| 4.492 | 4.638 | 0.021 | 0.085 | | |
| 4.407 | 4.470 | 0.004 | 0.043 | | |
| 3.882 | 3.486 | 0.157 | 0.101 | | |
| 3.826 | 4.206 | 0.145 | 0.141 | | |
| 4.240 | 4.086 | 0.024 | 0.002 | | |
| 4.294 | 4.134 | 0.025 | 0.009 | | |
| 4.623 | 4.830 | 0.043 | 0.178 | | |
| 5.460 | 4.734 | 0.527 | 1.585 | | |
| 4.780 | 4.350 | 0.184 | 0.335 | | |
| 5.372 | 4.374 | 0.996 | 1.372 | | |
| 4.380 | 4.566 | 0.035 | 0.032 | | |
| 4.629 | 4.374 | 0.065 | 0.183 | | |

Var. de Y = 0.396 Suma Yest = 113.425 SCReg. = SCT - SCE = 10.3017
Prom = 4.20 SCE = 6.311

Promedio Resist. A Desgaste: 0.640
Desviación Estandar: 0.204
Promedio Resist. A DESGASTE: 4.201
Desviación Estandar: 0.629
Varianza Desgaste: 0.042
Varianza DESGASTE: 0.396
Coeficiente R^2 : 0.387
Coeficiente de regresión R : 0.622

Planteamiento: Ho = Hipótesis nula : El modelo no es adecuado

TABLA ANOVA

| Fuente de Varianza | g.l. | SC | CM | Razón M | M tab. |
|--------------------|------|--------|-------|-------------|--------|
| Regresion | 1 | 3.991 | 3.991 | 15.80874308 | 4.240 |
| Error | 25 | 6.311 | 0.252 | | |
| Total | 26 | 10.302 | | | |

n = Número de puntos ex. = 27 Fc = 15.809
k = Número de var. Indep. = 1 Ft = 4.240
n - k - 1 : 25
n - 1 = 26

Como Fc > Ft se rechaza Ho: el modelo es ADECUADO.

7.-Datos y análisis complementario de Precios Unitarios

El desarrollo de los precios unitarios, considera el cálculo de los factores variables, constantes, además considera rubros de materiales, mano de obra, herramientas y equipo necesarios, así mismo la estructura incluye porcentajes para gastos generales y utilidad, como también los importes por concepto de impuestos IVA e IT, esto de acuerdo a modalidad de ejecución de adoquines, en base a esquemas similares del sector de producción y construcción de adoquines.

Materiales e Insumos

Con relación a los insumos, se realizó una revisión de los precios del mercado local y nacional de los materiales que son utilizados en la producción de adoquines.

Mano de Obra

Los costos de mano de obra indicados en los precios unitarios fueron obtenidos en base al rubro de la construcción y revisión de costos de mano de obra del mercado laboral.

Herramientas y Equipos

El costo de operación de equipo es horario e incluye en cada caso el precio productivo, salvo algunas excepciones cuando se trata de equipo especializado.

De manera general se introduce un porcentaje del 5% para la reposición de herramientas menores, que son materiales fungibles.

La moneda empleada para el cálculo de los precios unitarios es el Boliviano (Bs.), cuyos rendimientos y cantidades de mano de obra como de materiales y equipo están expresados en moneda nacional.

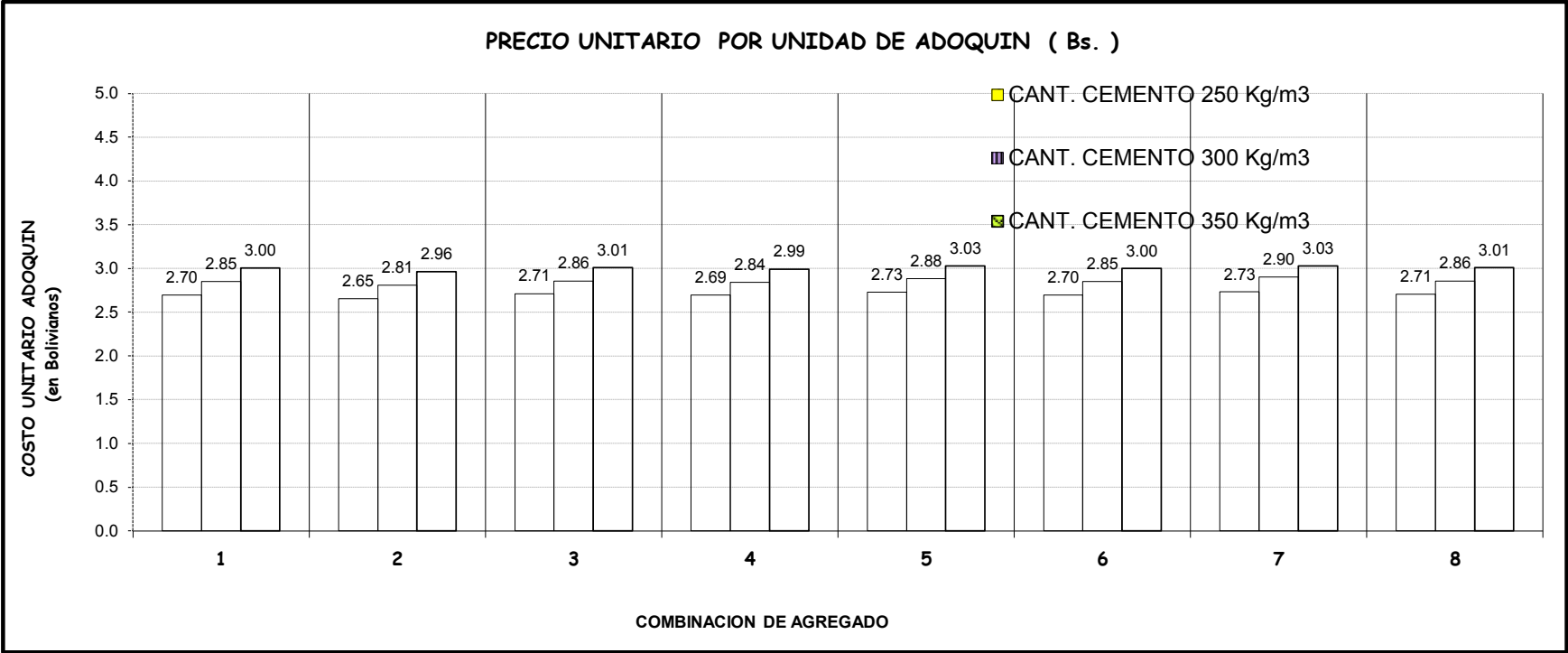
Las incidencias para la generación de presupuesto de acuerdo a experiencia de trabajo en sector de saneamiento, se establece las siguientes incidencias:

CUADRO: INCIDENCIAS

| DESCRIPCION | INCIDENCIA |
|---------------------|-------------------|
| Beneficios Sociales | 55.00 % |
| Gastos Generales | 10.00 % |
| Utilidad | 10.00% |
| I.V.A. | 14.94% |
| I.T. | 3.09 % |

En planillas se presenta los precios unitarios de producción de adoquín para cada caso de combinación de agregado y cantidad de cemento.

DIAGRAMA DE BARRAS



| COMBINACION | COMB 1 | COMB 2 | COMB 3 | COMB 4 | COMB 5 | COMB 6 | COMB 7 | COMB 8 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CANT. CEMENTO 250 Kg/m3 | 2.70 | 2.65 | 2.71 | 2.69 | 2.73 | 2.70 | 2.73 | 2.71 |
| CANT. CEMENTO 300 Kg/m3 | 2.85 | 2.81 | 2.86 | 2.84 | 2.88 | 2.85 | 2.90 | 2.86 |
| CANT. CEMENTO 350 Kg/m3 | 3.00 | 2.96 | 3.01 | 2.99 | 3.03 | 3.00 | 3.03 | 3.01 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°1 , C=250 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio mproductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00074 | | | 130.000 | 0.096 |
| AGREGADO ACHACACHI N°4 | M3 | 0.00204 | | | 130.000 | 0.265 |
| CEMENTO | KG | 0.56818 | | | 1.200 | 0.682 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.043 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.177 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.177 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.177 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.177 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.081 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.081 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.696 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°1 , C=300 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio mproductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00071 | | | 130.000 | 0.092 |
| AGREGADO ACHACACHI N°4 | M3 | 0.00196 | | | 130.000 | 0.255 |
| CEMENTO | KG | 0.68182 | | | 1.200 | 0.818 |
| | | | | | | |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.165 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.190 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.190 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.190 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.190 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.085 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.085 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.847 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°1 , C=350 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio mproductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00069 | | | 130.000 | 0.089 |
| AGREGADO ACHACACHI N°4 | M3 | 0.00190 | | | 130.000 | 0.248 |
| CEMENTO | KG | 0.79545 | | | 1.200 | 0.955 |
| | | | | | | |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.292 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.202 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.202 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.202 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.202 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.090 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.090 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 3.004 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°2 , C=250 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio mproductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00062 | | | 130.000 | 0.081 |
| AGREGADO ACHACAHU 3/8 | M3 | 0.00188 | | | 130.000 | 0.244 |
| CEMENTO | KG | 0.56818 | | | 1.200 | 0.682 |
| | | | | | | |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.007 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.174 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.174 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.174 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.174 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.079 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.079 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.651 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°2 , C=300 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio mproductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00060 | | | 130.000 | 0.078 |
| AGREGADO ACHACAHU 3/8 | M3 | 0.00181 | | | 130.000 | 0.235 |
| CEMENTO | KG | 0.68182 | | | 1.200 | 0.818 |
| | | | | | | |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.131 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.186 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.186 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.186 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.186 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.084 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.084 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.806 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°2 , C=350 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio improductiv. | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|---------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00058 | | | 130.000 | 0.075 |
| AGREGADO ACHACAHU 3/8 | M3 | 0.00175 | | | 130.000 | 0.228 |
| CEMENTO | KG | 0.79545 | | | 1.200 | 0.955 |
| | | | | | | |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.258 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.199 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.199 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.199 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.199 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.089 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.089 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.962 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°3 , C=250 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio Improductiv. | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|---------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA CHACOMA | M3 | 0.00091 | | | 130.000 | 0.118 |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00113 | | | 130.000 | 0.146 |
| AGREGADO ACHACACHI N°4 | M3 | 0.00084 | | | 130.000 | 0.109 |
| CEMENTO | KG | 0.56818 | | | 1.200 | 0.682 |
| | | | | | | |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.055 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.179 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.179 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.179 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.179 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.081 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.081 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.711 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°3 , C=300 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio Improductiv. | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|---------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA CHACOMA | M3 | 0.00086 | | | 130.000 | 0.112 |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00107 | | | 130.000 | 0.139 |
| AGREGADO ACHACACHI N°4 | M3 | 0.00079 | | | 130.000 | 0.103 |
| CEMENTO | KG | 0.68182 | | | 1.200 | 0.818 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.172 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.190 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.190 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.190 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.190 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.086 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.086 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.856 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°3 , C=350 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio mproductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA CHACOMA | M3 | 0.00083 | | | 130.000 | 0.108 |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00103 | | | 130.000 | 0.134 |
| AGREGADO ACHACACHI N°4 | M3 | 0.00076 | | | 130.000 | 0.099 |
| CEMENTO | KG | 0.79545 | | | 1.200 | 0.955 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.295 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.203 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.203 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.203 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.203 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.090 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.090 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 3.009 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°4 , C=250 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio mproductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA CHACOMA | M3 | 0.00091 | | | 130.000 | 0.118 |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00110 | | | 130.000 | 0.143 |
| AGREGADO ACHACAHÍ 3/8 | M3 | 0.00075 | | | 130.000 | 0.098 |
| CEMENTO | KG | 0.56818 | | | 1.200 | 0.682 |
| | | | | | | |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.041 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.177 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.177 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.177 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.177 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.081 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.081 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.694 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°4 , C=300 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio mproductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA CHACOMA | M3 | 0.00086 | | | 130.000 | 0.112 |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00104 | | | 130.000 | 0.135 |
| AGREGADO ACHACAHÍ 3/8 | M3 | 0.00071 | | | 130.000 | 0.093 |
| CEMENTO | KG | 0.68182 | | | 1.200 | 0.818 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.159 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.189 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.189 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.189 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.189 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.085 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.085 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.839 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
Combinación N°4 , C=350 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio Improductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|--------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA CHACOMA | M3 | 0.00083 | | | 130.000 | 0.107 |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00100 | | | 130.000 | 0.130 |
| AGREGADO ACHACAHÍ 3/8 | M3 | 0.00069 | | | 130.000 | 0.089 |
| CEMENTO | KG | 0.79545 | | | 1.200 | 0.955 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.281 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.201 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.201 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.201 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.201 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.090 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.090 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.991 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°5 , C=250 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio mproductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00039 | | | 130.000 | 0.051 |
| AGREGADO ACHACACHI N°4 | M3 | 0.00131 | | | 130.000 | 0.170 |
| GRAVA VILAQUE | M3 | 0.00123 | | | 135.000 | 0.166 |
| CEMENTO | KG | 0.56818 | | | 1.200 | 0.682 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.068 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.180 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.180 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.180 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.180 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.082 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.082 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.728 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°5 , C=300 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio mproductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00038 | | | 130.000 | 0.049 |
| AGREGADO ACHACACHI N°4 | M3 | 0.00126 | | | 130.000 | 0.164 |
| GRAVA VILAQUE | M3 | 0.00118 | | | 135.000 | 0.160 |
| CEMENTO | KG | 0.68182 | | | 1.200 | 0.818 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.191 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.192 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.192 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.192 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.192 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.086 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.086 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.880 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°5, C=350 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio Improductiv. | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|---------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00036 | | | 130.000 | 0.047 |
| AGREGADO ACHACACHI N°4 | M3 | 0.00121 | | | 130.000 | 0.157 |
| GRAVA VILAQUE | M3 | 0.00113 | | | 135.000 | 0.153 |
| CEMENTO | KG | 0.79545 | | | 1.200 | 0.955 |
| | | | | | | |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.312 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.204 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.204 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.204 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.204 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.091 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.091 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 3.029 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
Combinación N°6 , C=250 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio Improductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|--------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00043 | | | 130.000 | 0.055 |
| AGREGADO ACHACAHU 3/8 | M3 | 0.00124 | | | 130.000 | 0.161 |
| GRAVA VILAQUE | M3 | 0.00108 | | | 135.000 | 0.145 |
| CEMENTO | KG | 0.56818 | | | 1.200 | 0.682 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.043 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.177 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.177 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.177 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.177 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.081 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.081 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.697 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
Combinación N°6 , C=300 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio improductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|--------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00041 | | | 130.000 | 0.053 |
| AGREGADO ACHACAHÍ 3/8 | M3 | 0.00119 | | | 130.000 | 0.155 |
| GRAVA VILAQUE | M3 | 0.00103 | | | 135.000 | 0.140 |
| CEMENTO | KG | 0.68182 | | | 1.200 | 0.818 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.166 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.190 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.190 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.190 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.190 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.085 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.085 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.848 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°6 , C=350 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio Improductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|--------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00039 | | | 130.000 | 0.051 |
| AGREGADO ACHACAHU 3/8 | M3 | 0.00114 | | | 130.000 | 0.148 |
| GRAVA VILAQUE | M3 | 0.00099 | | | 135.000 | 0.134 |
| CEMENTO | KG | 0.79545 | | | 1.200 | 0.955 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.287 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.202 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.202 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.202 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.202 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.090 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.090 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.999 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°7 , C=250 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio mproductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA CHACOMA | M3 | 0.00032 | | | 130.000 | 0.042 |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00032 | | | 130.000 | 0.042 |
| AGREGADO ACHACACHI N°4 | M3 | 0.00108 | | | 130.000 | 0.141 |
| GRAVA VILAQUE | M3 | 0.00122 | | | 135.000 | 0.164 |
| CEMENTO | KG | 0.56818 | | | 1.200 | 0.682 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.071 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.180 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.180 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.180 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.180 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.082 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.082 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.731 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
Combinación N°7 , C=300 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio Improductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|--------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA CHACOMA | M3 | 0.00032 | | | 130.000 | 0.042 |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00032 | | | 130.000 | 0.042 |
| AGREGADO ACHACACHI N°4 | M3 | 0.00108 | | | 130.000 | 0.141 |
| GRAVA VILAQUE | M3 | 0.00122 | | | 135.000 | 0.164 |
| CEMENTO | KG | 0.68182 | | | 1.200 | 0.818 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.207 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.194 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.194 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.194 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.194 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.087 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.087 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.900 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°7 , C=350 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio Improductiv. | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|---------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA CHACOMA | M3 | 0.00030 | | | 130.000 | 0.038 |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00030 | | | 130.000 | 0.039 |
| AGREGADO ACHACACHI N°4 | M3 | 0.00099 | | | 130.000 | 0.129 |
| GRAVA VILAQUE | M3 | 0.00112 | | | 135.000 | 0.151 |
| CEMENTO | KG | 0.79545 | | | 1.200 | 0.955 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.311 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZLCADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.204 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.204 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.204 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.204 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.091 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.091 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 3.029 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°8 , C=250 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio mproductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA CHACOMA | M3 | 0.00039 | | | 130.000 | 0.050 |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00033 | | | 130.000 | 0.042 |
| AGREGADO ACHACAHÍ 3/8 | M3 | 0.00102 | | | 130.000 | 0.132 |
| GRAVA VILAQUE | M3 | 0.00107 | | | 135.000 | 0.144 |
| CEMENTO | KG | 0.56818 | | | 1.200 | 0.682 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.051 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.178 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.178 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.178 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.178 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.081 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.081 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.706 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°8 , C=300 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio Improductiv | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|--------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA CHACOMA | M3 | 0.00037 | | | 130.000 | 0.048 |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00031 | | | 130.000 | 0.041 |
| AGREGADO ACHACAHU 3/8 | M3 | 0.00097 | | | 130.000 | 0.127 |
| GRAVA VILAQUE | M3 | 0.00102 | | | 135.000 | 0.138 |
| CEMENTO | KG | 0.68182 | | | 1.200 | 0.818 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.172 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.190 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.190 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.190 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.190 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.086 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.086 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 2.856 |

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: PRODUCCION DE ADOQUINES TIPO DOBLE S
 Combinación N°8 , C=350 kg

Actividad: FABRICACION DE ADOQUINES

Unitario: PZA

Cantidad: 1

Moneda: Bs.

| Descripción | Und. | Cantidad | % Productiv. | Precio Improductiv. | Precio Productiv. | Costo Total |
|--|------|----------|--------------|---------------------|-------------------|--------------|
| 1. MATERIALES | | | | | | |
| ARENA CHACOMA | M3 | 0.00036 | | | 130.000 | 0.046 |
| ARENA AYO AYO | M3 | 0.00030 | | | 130.000 | 0.039 |
| AGREGADO ACHACAHÍ 3/8 | M3 | 0.00094 | | | 130.000 | 0.122 |
| GRAVA VILAQUE | M3 | 0.00098 | | | 135.000 | 0.133 |
| CEMENTO | KG | 0.79545 | | | 1.200 | 0.955 |
| TOTAL MATERIALES | | | | | | 1.294 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERADOR MAQUINARIA | HR. | 0.00833 | | | 16.625 | 0.139 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (MEZCLADOR) | HR. | 0.00500 | | | 14.500 | 0.073 |
| AYUDANTE (TRANSPORTE CARGA) | HR. | 0.00750 | | | 13.000 | 0.098 |
| AYUDANTE (EXTRACCION) | HR. | 0.00417 | | | 13.000 | 0.054 |
| AYUDANTE (ENLUCIDO) | HR. | 0.00417 | | | 12.500 | 0.052 |
| AYUDANTE (ACOPIO 1) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| AYUDANTE (ACOPIO 2) | HR. | 0.00833 | | | 12.500 | 0.104 |
| | | | | | | 0.000 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | | | 0.696 |
| 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| MAQUINA ADOQUINERA | HR. | 0.00550 | 100.00% | 0.000 | 0.170 | 0.001 |
| HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 5.00% | 0.035 |
| TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS | | | | | | 0.036 |
| 4. RECARGOS | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 55.00% | 0.383 |
| IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | | 14.94% | 0.104 |
| TOTAL RECARGOS | | | | | | 0.487 |
| 5. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | |
| GASTOS GENERALES - % De 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.203 |
| GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3 | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES | | | | | 0.00% | 0.000 |
| TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS | | | | | | 0.203 |
| 6. UTILIDAD | | | | | | |
| UTILIDAD - % DE 1+2+3 | | | | | 10.00% | 0.203 |
| TOTAL UTILIDAD | | | | | | 0.203 |
| 7. IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | |
| IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6 | | | | | 3.09% | 0.090 |
| TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES | | | | | | 0.090 |
| TOTAL PRECIO UNITARIO | | | | | | 3.008 |

RESUMEN DE PRECIOS UNITARIOS

Precio Unitario por Unidad de Adoquin (Bs.)

| Combinación de Agregado | Cantidad de Cemento | | | Observación |
|-----------------------------------|---------------------|----------|----------|-------------------------------------|
| | C=250 Kg | C=300 Kg | C=350 Kg | |
| Combinación Agregado Nº1 TMN Nº4 | 2.70 | 2.85 | 3.00 | |
| Combinación Agregado Nº2 TMN 3/8" | 2.65 | 2.81 | 2.96 | |
| Combinación Agregado Nº3 TMN Nº4 | 2.71 | 2.86 | 3.01 | Combinación con minimas resistencia |
| Combinación Agregado Nº4 TMN 3/8" | 2.69 | 2.84 | 2.99 | |
| Combinación Agregado Nº5 TMN 3/4" | 2.73 | 2.88 | 3.03 | Combinación con mayores resistencia |
| Combinación Agregado Nº6 TMN 3/4" | 2.70 | 2.85 | 3.00 | |
| Combinación Agregado Nº7 TMN 3/4" | 2.73 | 2.90 | 3.03 | |
| Combinación Agregado Nº8 TMN 3/4" | 2.71 | 2.86 | 3.01 | |

8.- Datos Meteorológicos

La ubicación de fábrica en la ciudad de El Alto en zona de San Roque, en relación al medio ambiente presenta características climáticas variadas relacionadas con las estaciones del año donde hay fluctuaciones de temperatura y variación de humedad que de alguna manera estos efectos tienen influencia en la fabricación del adoquín, al igual que todos los materiales que lo componen. El proceso de producción de adoquines en fábrica experimenta condiciones no ideales o normales donde es más probable que se tengan situaciones extremas para que el hormigón de adoquín desarrolle y alcance sus máximas capacidades mecánicas.

La durabilidad del adoquín, en proyección a la resistencia de las acciones del medio ambiente, ataques químicos, físicos u otros procesos de deterioro durante el ciclo de vida, involucra a que el clima es un factor que contribuye a la variación de propiedades de hormigón, conforme tales factores sean más o menos extremos, y también de acuerdo con las propiedades de sus componentes que lo conforman, el proporcionamiento de la mezcla, las condiciones en el momento del vaciado de bloques y curado que se hayan aplicado.

En proceso de producción de adoquines a la intemperie en condiciones actuales de fábrica, deberán entonces tomar en cuenta las condiciones ambientales, como variaciones diarias, estacionales y condiciones ambientales como de temperatura ambiente, humedad relativa, velocidad del viento entre otras; para evitar acciones contraproducentes para el componente estructural de adoquín.

En base a contexto planteado el factor de clima en la producción de adoquín, es una variable que debe promover a la mejora de las condiciones de los materiales, el ambiente de curado y proceso de elaboración de adoquines.

En relación a la temática se presenta valores y temperatura y humedad relativa de la ciudad Alto, que son valores que reflejan las condiciones de clima en los que se realizó la producción de adoquines para el desarrollo de estudio.

DATOS DE : TEMPERATURA MÁXIMA DIARIA (°C)

Altura m/s/n/m: 4071 Longitud Oeste: 68° 11' 55" Latitud Sud: 16° 30' 37"

Provincia: Murillo Estación: El Alto Aeropuerto Departamento: La Paz

Estación: El Alto Aeropuerto

| DIA | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 | 15,6 | 14,4 | 12,8 | 16,4 | 12,0 | 13,6 | 14,8 | 13,2 | 8,8 | 18,7 | 17,0 | 19,0 | 14,7 |
| 2 | 15,8 | 16,5 | 14,2 | 16,0 | 14,0 | 15,6 | 15,7 | 14,9 | 12,1 | 13,4 | 17,6 | 21,2 | 15,6 |
| 3 | 15,2 | 16,7 | 16,2 | 16,5 | 14,4 | 16,6 | 15,8 | 15,4 | 15,4 | 15,4 | 18,2 | 21,0 | 16,4 |
| 4 | 15,4 | 17,0 | 14,2 | 15,7 | 14,8 | 14,2 | 16,2 | 16,0 | 12,2 | 17,2 | 17,9 | 17,6 | 15,7 |
| 5 | 16,3 | 16,1 | 14,0 | 15,2 | 15,4 | 14,3 | 17,2 | 15,9 | 12,2 | 17,0 | 18,1 | 12,2 | 15,3 |
| 6 | 16,8 | 15,6 | 15,2 | 15,6 | 16,6 | 14,7 | 16,1 | 17,8 | 14,1 | 18,2 | 17,4 | 19,3 | 16,4 |
| 7 | 14,4 | 16,6 | 16,4 | 17,9 | 17,2 | 16,0 | 15,0 | 18,7 | 15,2 | 16,8 | 18,1 | 19,2 | 16,8 |
| 8 | 16,0 | 17,7 | 17,6 | 17,0 | 17,4 | 16,0 | 15,2 | 17,4 | 15,4 | 17,3 | 18,4 | 18,8 | 17,0 |
| 9 | 15,8 | 17,0 | 17,8 | 17,0 | 17,3 | 15,3 | 14,8 | 15,3 | 16,8 | 15,6 | 17,2 | 16,0 | 16,3 |
| 10 | 16,9 | 19,8 | 17,2 | 17,2 | 17,2 | 14,7 | 14,5 | 15,8 | 18,2 | 10,5 | 13,6 | 17,6 | 16,1 |
| 11 | 15,5 | 17,4 | 16,0 | 17,6 | 15,8 | 15,2 | 13,1 | 15,9 | 16,7 | 13,0 | 17,7 | 16,9 | 15,9 |
| 12 | 20,5 | 16,4 | 15,4 | 16,2 | 15,2 | 15,9 | 15,6 | 14,6 | 16,4 | 10,8 | 18,2 | 13,6 | 15,7 |
| 13 | 14,2 | 17,4 | 17,4 | 14,4 | 16,4 | 15,4 | 14,8 | 15,4 | 13,6 | 13,8 | 18,0 | 12,3 | 15,3 |
| 14 | 14,4 | 17,7 | 18,2 | 15,2 | 15,8 | 15,0 | 15,1 | 19,4 | 16,2 | 14,7 | 18,4 | 17,6 | 16,5 |
| 15 | 14,6 | 17,0 | 14,8 | 16,2 | 15,0 | 17,1 | 11,8 | 17,1 | 18,2 | 15,1 | 17,8 | 16,4 | 15,9 |
| 16 | 15,2 | 17,1 | 16,2 | 14,2 | 14,1 | 15,7 | 14,9 | 17,2 | 18,6 | 15,2 | 19,1 | 19,8 | 16,4 |
| 17 | 16,3 | 16,3 | 17,4 | 17,0 | 13,6 | 15,9 | 9,0 | 17,1 | 17,0 | 14,2 | 17,4 | 19,6 | 15,9 |
| 18 | 14,1 | 14,5 | 17,0 | 18,2 | 16,3 | 15,6 | 13,1 | 17,0 | 16,3 | 15,4 | 18,2 | 19,4 | 16,3 |
| 19 | 16,3 | 14,8 | 17,2 | 17,0 | 16,8 | 15,8 | 13,8 | 16,9 | 15,8 | 15,0 | 18,6 | 19,4 | 16,4 |
| 20 | 14,0 | 15,3 | 18,0 | 18,4 | 17,2 | 16,3 | 14,3 | 13,6 | 15,8 | 14,4 | 19,8 | 17,0 | 16,2 |
| 21 | 13,0 | 14,4 | 18,4 | 17,2 | 16,0 | 15,7 | 14,3 | 16,2 | 14,6 | 14,0 | 19,4 | 13,8 | 15,6 |
| 22 | 14,2 | 14,2 | 18,4 | 16,6 | 15,4 | 16,0 | 16,3 | 17,0 | 17,5 | 15,0 | 15,6 | 15,9 | 16,0 |
| 23 | 12,2 | 13,3 | 17,4 | 18,2 | 13,8 | 17,3 | 17,5 | 18,0 | 17,6 | 16,8 | 18,4 | 12,1 | 16,0 |
| 24 | 11,8 | 16,0 | 12,2 | 19,0 | 12,4 | 16,2 | 18,8 | 18,4 | 18,2 | 18,2 | 16,2 | 15,4 | 16,1 |
| 25 | 12,3 | 12,6 | 15,7 | 19,4 | 14,8 | 15,4 | 16,6 | 17,2 | 18,4 | 17,8 | 19,0 | 11,8 | 15,9 |
| 26 | 12,4 | 13,6 | 15,4 | 18,4 | 11,4 | 15,1 | 14,8 | 16,5 | 18,2 | 16,4 | 18,6 | 12,4 | 15,3 |
| 27 | 11,5 | 13,4 | 15,7 | 18,4 | 10,5 | 14,7 | 15,8 | 17,8 | 19,5 | 18,9 | 18,3 | 13,2 | 15,6 |
| 28 | 13,2 | 10,7 | 15,2 | 17,8 | 13,7 | 13,7 | 15,6 | 17,0 | 20,0 | 18,8 | 16,0 | 12,4 | 15,3 |
| 29 | 15,0 | **** | 12,8 | 13,7 | 14,2 | 14,7 | 15,9 | 16,2 | 19,8 | 17,4 | 14,8 | 12,2 | 15,2 |
| 30 | 13,0 | **** | 10,4 | 12,4 | 15,2 | 14,0 | 14,0 | 15,2 | 19,2 | 18,6 | 17,2 | 13,4 | 14,8 |
| 31 | 13,2 | **** | 13,7 | **** | 15,5 | **** | 13,8 | 13,8 | **** | 15,6 | **** | 12,6 | 14,0 |
| SUM | 455,1 | 439,5 | 488,5 | 500,0 | 465,4 | 461,7 | 464,2 | 507,9 | 488,0 | 489,2 | 530,2 | 499,1 | 5788,8 |
| MED | 14,7 | 15,7 | 15,8 | 16,7 | 15,0 | 15,4 | 15,0 | 16,4 | 16,3 | 15,8 | 17,7 | 16,1 | 15,9 |
| MAX | 20,5 | 19,8 | 18,4 | 19,4 | 17,4 | 17,3 | 18,8 | 19,4 | 20,0 | 18,9 | 19,8 | 21,2 | 21,2 |
| MIN | 11,5 | 10,7 | 10,4 | 12,4 | 10,5 | 13,6 | 9,0 | 13,2 | 8,8 | 10,5 | 13,6 | 11,8 | 8,8 |
| N | 31,0 | 28,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 365,0 |

DATOS DE : TEMPERATURA MÁXIMA DIARIA (°C)

Altura m/s/n/m: 4071 Longitud Oeste: 68° 11' 55" Latitud Sud: 16° 30' 37"

Provincia: Murillo Estación: El Alto Aeropuerto Departamento: La Paz

Estacion: El Alto Aeropuerto

| DIA | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 | 16,6 | 14,4 | 14,0 | 13,8 | 15,6 | 16,5 | 5,4 | 12,5 | 16,4 | 16,4 | 14,2 | 18,8 | 14,6 |
| 2 | 16,0 | 13,8 | 14,1 | 14,7 | 15,8 | 16,4 | 8,4 | 13,9 | 16,2 | 15,7 | 15,4 | 19,6 | 15,0 |
| 3 | 15,6 | 13,3 | 14,1 | 14,2 | 15,6 | 15,2 | 7,8 | 14,6 | 15,8 | 14,8 | 12,0 | 20,2 | 14,4 |
| 4 | 16,4 | 12,6 | 12,4 | 15,3 | 14,6 | 13,9 | 13,0 | 15,4 | 17,0 | 16,0 | 14,9 | 20,4 | 15,2 |
| 5 | 16,8 | 12,2 | 12,3 | 14,5 | 13,8 | 14,8 | 13,6 | 13,8 | 16,7 | 14,1 | 17,8 | **** | 14,6 |
| 6 | 15,6 | 12,1 | 12,0 | 13,4 | 15,4 | 12,4 | 13,2 | 16,0 | 17,6 | 13,4 | 17,3 | **** | 14,4 |
| 7 | 16,1 | 14,6 | 10,0 | 13,4 | 14,2 | 13,6 | 13,4 | 16,3 | **** | 15,4 | 18,5 | 15,7 | 14,6 |
| 8 | 15,0 | 12,0 | 11,4 | 13,8 | 15,6 | 14,4 | 10,8 | 17,0 | 18,2 | 16,1 | 19,2 | **** | 14,9 |
| 9 | 14,7 | 13,8 | 11,8 | 13,4 | 16,6 | 14,2 | 12,4 | 11,2 | 16,6 | 15,8 | 22,0 | **** | 14,8 |
| 10 | 15,5 | 10,0 | 12,4 | 14,6 | 14,0 | 14,7 | 13,7 | 15,6 | 15,2 | 13,4 | 20,3 | **** | 14,5 |
| 11 | 13,2 | 12,4 | 14,4 | 16,7 | 13,2 | 15,5 | 14,1 | 15,5 | 14,1 | 16,4 | **** | **** | 14,6 |
| 12 | 16,2 | 15,6 | 13,6 | 17,2 | 14,3 | 15,4 | 15,0 | 16,1 | 14,6 | 17,4 | 18,3 | **** | 15,8 |
| 13 | 15,5 | 15,6 | 14,2 | 16,3 | 15,2 | 12,9 | 15,3 | 16,1 | 14,1 | 18,0 | 21,0 | **** | 15,8 |
| 14 | 18,4 | 10,0 | 13,0 | 14,9 | 14,6 | 14,2 | **** | 15,2 | 11,2 | 17,1 | 20,6 | 11,2 | 14,6 |
| 15 | 15,4 | 12,6 | 14,0 | 15,2 | 15,0 | 13,7 | **** | 13,4 | 15,2 | 18,4 | 20,0 | 9,6 | 14,8 |
| 16 | 18,9 | 15,2 | 13,6 | 13,0 | 14,8 | 14,0 | **** | 15,6 | 14,0 | 17,9 | **** | 14,1 | 15,1 |
| 17 | 16,0 | 13,8 | 15,7 | 16,2 | 14,5 | 14,3 | **** | 15,2 | 14,9 | 18,2 | **** | 15,0 | 15,4 |
| 18 | 14,9 | 10,5 | 15,0 | 14,2 | 13,7 | 13,4 | **** | 15,3 | 15,4 | 18,0 | 14,2 | 15,9 | 14,6 |
| 19 | 19,2 | 9,2 | 10,6 | 15,3 | 13,8 | 13,3 | **** | 16,5 | 15,2 | 17,3 | 11,9 | 11,5 | 14,0 |
| 20 | 18,4 | 13,2 | 11,5 | 18,0 | 14,0 | 14,8 | **** | 13,4 | 13,4 | 17,3 | 12,2 | 14,2 | 14,6 |
| 21 | 15,2 | 12,0 | 12,2 | 16,4 | 15,2 | 14,4 | **** | 17,2 | 16,2 | 17,4 | 16,3 | 13,1 | 15,1 |
| 22 | 16,1 | 12,2 | 14,6 | **** | 14,4 | 12,0 | **** | **** | 15,1 | 17,2 | 10,9 | 13,0 | 13,9 |
| 23 | 12,8 | 15,2 | 15,2 | 17,8 | 15,4 | 15,3 | **** | 15,2 | 12,7 | 17,5 | 18,2 | 11,5 | 15,2 |
| 24 | 12,0 | 11,4 | 13,6 | 15,5 | 16,6 | 16,2 | **** | 15,4 | 11,0 | 19,2 | 20,4 | 13,0 | 14,9 |
| 25 | 14,2 | 11,2 | 15,4 | 15,2 | 15,9 | 15,7 | **** | 16,3 | 12,8 | 19,4 | 19,2 | 8,8 | 14,9 |
| 26 | 13,2 | 11,2 | 13,6 | 15,7 | 16,0 | 16,4 | **** | 16,4 | 14,8 | 16,4 | 18,2 | 12,4 | 14,9 |
| 27 | 13,0 | 11,2 | 14,4 | 15,4 | 16,4 | 17,0 | 14,8 | **** | 13,6 | 16,6 | 18,6 | 13,8 | 15,0 |
| 28 | 14,6 | 12,6 | 13,4 | 16,9 | 16,0 | 14,0 | 14,0 | 17,4 | 15,2 | 18,2 | 19,0 | 13,1 | 15,4 |
| 29 | 13,8 | **** | 10,9 | 15,8 | 16,6 | 11,7 | 13,5 | **** | 16,2 | 15,2 | **** | 12,9 | 14,1 |
| 30 | 16,1 | **** | 13,0 | 15,6 | 17,3 | 9,4 | 12,6 | 15,4 | 16,0 | 14,0 | 20,0 | 14,2 | 14,9 |
| 31 | 11,4 | **** | 15,5 | **** | 17,4 | **** | 12,9 | 15,8 | **** | 14,7 | **** | 10,6 | 14,0 |
| SUM | 476,8 | 353,9 | 411,9 | 442,4 | 471,5 | 429,7 | 223,9 | 427,7 | 435,4 | 512,9 | 450,6 | 322,6 | 4959,3 |
| MED | 15,4 | 12,6 | 13,3 | 15,3 | 15,2 | 14,3 | 12,4 | 15,3 | 15,0 | 16,6 | 17,3 | 14,0 | 14,7 |
| MAX | 19,2 | 15,6 | 15,7 | 18,0 | 17,4 | 17,0 | 15,3 | 17,4 | 18,2 | 19,4 | 22,0 | 20,4 | 22,0 |
| MIN | 11,4 | 9,2 | 10,0 | 13,0 | 13,2 | 9,4 | 5,4 | 11,2 | 11,0 | 13,4 | 10,9 | 8,8 | 5,4 |
| N | 31,0 | 28,0 | 31,0 | 29,0 | 31,0 | 30,0 | 18,0 | 28,0 | 29,0 | 31,0 | 26,0 | 23,0 | 335,0 |

DATOS DE : TEMPERATURA MÁXIMA DIARIA (°C)

Altura m/s/n/m: 4071 Longitud Oeste: 68° 11' 55" Latitud Sud: 16° 30' 37"

Provincia: Murillo Estación: El Alto Aeropuerto Departamento: La Paz

Estacion: El Alto Aeropuerto

| DIA | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 | 10,9 | 13,8 | 11,6 | 12,8 | 13,3 | 14,5 | 14,7 | 15,9 | 16,4 | 16,3 | 14,6 | 17,2 | 14,3 |
| 2 | 13,3 | 13,0 | 11,1 | 13,6 | 14,5 | 16,2 | 15,4 | 16,7 | 15,9 | 17,8 | 16,5 | 16,8 | 15,1 |
| 3 | 14,2 | 11,3 | 10,6 | 13,1 | 14,4 | 16,2 | 14,3 | 17,2 | 14,5 | 18,6 | 15,9 | 15,7 | 14,7 |
| 4 | 14,1 | 14,2 | 11,1 | 11,0 | 15,1 | 15,6 | 13,6 | 17,2 | 16,0 | 18,5 | 17,6 | 17,5 | 15,1 |
| 5 | 12,6 | 12,9 | 12,5 | 13,5 | 15,0 | 14,7 | 14,4 | 16,4 | 16,6 | 18,0 | 16,2 | 11,4 | 14,5 |
| 6 | 11,3 | 14,6 | 10,7 | 14,1 | 13,7 | 14,2 | 13,2 | 17,1 | 17,8 | 17,9 | 14,8 | 18,0 | 14,8 |
| 7 | 12,2 | 14,8 | 12,2 | 15,3 | 14,6 | 14,4 | 13,9 | 16,8 | 18,2 | 16,8 | 17,1 | 17,4 | 15,3 |
| 8 | 12,0 | 14,0 | 12,4 | 15,9 | 13,3 | 14,6 | 10,5 | 16,6 | 18,0 | 13,4 | 18,4 | 14,0 | 14,4 |
| 9 | 13,2 | 14,2 | 11,8 | 14,8 | 15,7 | 12,0 | **** | 16,3 | 14,2 | 18,0 | 20,8 | 13,3 | 14,9 |
| 10 | 15,2 | 9,6 | 13,2 | **** | 15,7 | 12,9 | 15,8 | 17,2 | 17,1 | 17,4 | 19,8 | 14,3 | 15,3 |
| 11 | 16,2 | 13,5 | 14,0 | 11,4 | 15,6 | 11,1 | 16,0 | 16,6 | 18,4 | 14,8 | 15,1 | 16,0 | 14,9 |
| 12 | 15,0 | 10,9 | 14,6 | 12,0 | 14,9 | 12,4 | 15,7 | 15,8 | 18,3 | 18,3 | 18,4 | 11,5 | 14,8 |
| 13 | 14,8 | 10,8 | 15,0 | 14,8 | 13,4 | 14,4 | 16,4 | 13,2 | 15,6 | 17,0 | 19,3 | 16,0 | 15,1 |
| 14 | 15,7 | 13,4 | 15,8 | 13,5 | 13,5 | 13,7 | 16,7 | 14,8 | 13,5 | 17,1 | 17,5 | 13,4 | 14,9 |
| 15 | 15,6 | 11,6 | 12,2 | 13,1 | 14,6 | 13,6 | 16,0 | 15,7 | 14,0 | 19,1 | 16,5 | 15,5 | 14,8 |
| 16 | 16,8 | 11,2 | 15,6 | 14,6 | 12,9 | 13,7 | 14,4 | 15,8 | 14,0 | 19,5 | 15,8 | 14,8 | 14,9 |
| 17 | 15,4 | 12,1 | 16,2 | 14,0 | 14,6 | 14,3 | 12,4 | 15,0 | 18,4 | 18,0 | 15,4 | 13,8 | 15,0 |
| 18 | 14,5 | 10,9 | 17,2 | 12,1 | 13,9 | 15,8 | 12,9 | 15,4 | 19,4 | 18,2 | 11,5 | 12,6 | 14,5 |
| 19 | 14,4 | 11,4 | 17,4 | 13,1 | 15,4 | 16,0 | 13,5 | 11,5 | 18,0 | 17,7 | 17,5 | 13,7 | 15,0 |
| 20 | 13,8 | 10,6 | 15,4 | 16,2 | 14,6 | 14,2 | 14,3 | 14,4 | 18,8 | 17,3 | 14,8 | 16,0 | 15,0 |
| 21 | 12,2 | 11,6 | 16,6 | 12,8 | 14,8 | 14,0 | 16,5 | 15,2 | 17,8 | 19,8 | 15,5 | 14,8 | 15,1 |
| 22 | 12,0 | 12,4 | 17,7 | 12,4 | 14,0 | 14,6 | 16,1 | 16,4 | 17,5 | 20,8 | 18,5 | 14,6 | 15,6 |
| 23 | 12,4 | 10,8 | 15,0 | 12,9 | 15,2 | 15,2 | 16,7 | 17,4 | 18,7 | 18,9 | 19,4 | 16,5 | 15,8 |
| 24 | 13,5 | 11,8 | 14,8 | 13,0 | 15,4 | 13,8 | 15,4 | 15,6 | 20,0 | 18,4 | 17,6 | 16,6 | 15,5 |
| 25 | 8,8 | 13,6 | 16,0 | 13,8 | 14,2 | 14,7 | 14,8 | 12,4 | 17,2 | 17,2 | 16,5 | 15,4 | 14,6 |
| 26 | 11,3 | 13,6 | 14,0 | 14,1 | 15,1 | 13,3 | 13,6 | 12,6 | 12,8 | 18,7 | 19,5 | 13,4 | 14,3 |
| 27 | 14,0 | 14,0 | 10,3 | 12,7 | 15,8 | 14,5 | 14,1 | 15,1 | 15,4 | 17,6 | 20,9 | 11,7 | 14,7 |
| 28 | 13,2 | 15,3 | 13,4 | 13,3 | 15,5 | 15,9 | 13,7 | 15,0 | 16,9 | 18,2 | 19,7 | 11,5 | 15,1 |
| 29 | 10,9 | 14,9 | 13,2 | 14,2 | 15,1 | 15,5 | 15,6 | 16,0 | 16,0 | 17,5 | 15,5 | 13,8 | 14,8 |
| 30 | 14,9 | **** | 10,4 | 14,2 | 14,9 | 15,4 | 10,2 | 14,8 | 17,5 | 17,8 | 12,7 | 14,4 | 14,3 |
| 31 | 14,6 | **** | 12,2 | **** | 16,0 | **** | 15,3 | 15,6 | **** | 15,2 | **** | 13,6 | 14,6 |
| SUM | 419,0 | 366,8 | 424,2 | 392,3 | 454,7 | 431,4 | 436,1 | 481,7 | 502,9 | 549,8 | 509,3 | 455,2 | 5423,4 |
| MED | 13,5 | 12,6 | 13,7 | 13,5 | 14,7 | 14,4 | 14,5 | 15,5 | 16,8 | 17,7 | 17,0 | 14,7 | 14,9 |
| MAX | 16,8 | 15,3 | 17,7 | 16,2 | 16,0 | 16,2 | 16,7 | 17,4 | 20,0 | 20,8 | 20,9 | 18,0 | 20,9 |
| MIN | 8,8 | 9,6 | 10,3 | 11,0 | 12,9 | 11,1 | 10,2 | 11,5 | 12,8 | 13,4 | 11,5 | 11,4 | 8,8 |
| N | 31,0 | 29,0 | 31,0 | 29,0 | 31,0 | 30,0 | 30,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 364,0 |

DATOS DE : TEMPERATURA MÍNIMA DIARIA (°C)

Altura m/s/n/m: 4071 Longitud Oeste: 68° 11' 55" Latitud Sud: 16° 30' 37"

Provincia: Murillo Estación: El Alto Aeropuerto Departamento: La Paz

Estacion: El Alto Aeropuerto

| DIA | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|
| 1 | 4,8 | 5,0 | 5,8 | 0,6 | 3,6 | -1,2 | -3,2 | -6,2 | 0,6 | 1,6 | 3,2 | 4,7 | 1,6 |
| 2 | 5,5 | 5,4 | 6,4 | 2,6 | 2,0 | -2,4 | -2,2 | -5,8 | 2,8 | 2,5 | 4,0 | 2,8 | 2,0 |
| 3 | 5,4 | 6,4 | 4,0 | 1,4 | -5,1 | -2,3 | -4,9 | -3,8 | 2,4 | 0,0 | -0,2 | 1,7 | 0,4 |
| 4 | 4,8 | 7,0 | 4,2 | 3,0 | -6,2 | -2,2 | -1,9 | -7,0 | 3,0 | -2,6 | 0,6 | 3,0 | 0,5 |
| 5 | 6,0 | 4,0 | 6,3 | 2,2 | -4,2 | -2,4 | -3,6 | -4,8 | 3,2 | -1,8 | -3,2 | 5,0 | 0,6 |
| 6 | 7,0 | 4,6 | 4,7 | 4,7 | -3,2 | -2,8 | -2,2 | -7,4 | 2,4 | 0,0 | 1,4 | 3,0 | 1,0 |
| 7 | 4,8 | 2,7 | 1,2 | 3,0 | -3,2 | -1,6 | -5,7 | -4,0 | 2,3 | -1,2 | 0,2 | 4,8 | 0,3 |
| 8 | 4,3 | 5,0 | 1,4 | 1,8 | 0,0 | -3,2 | -6,1 | -6,4 | -1,8 | 2,4 | 1,2 | 3,2 | 0,1 |
| 9 | 3,8 | 4,5 | 2,8 | 0,8 | -2,3 | -2,3 | -5,0 | -8,0 | -2,8 | 3,0 | -0,7 | 5,0 | -0,1 |
| 10 | 6,0 | 5,4 | 2,2 | -0,2 | -5,0 | -5,6 | -5,4 | -8,0 | -3,2 | 3,4 | 4,8 | 2,4 | -0,3 |
| 11 | 6,0 | 6,2 | 5,3 | -2,3 | -5,2 | -5,0 | -6,4 | -4,0 | -2,2 | 2,4 | 2,6 | 6,8 | 0,4 |
| 12 | 4,4 | 5,6 | 3,4 | -0,9 | -4,8 | -3,2 | -8,8 | -2,4 | -1,2 | 3,5 | 1,8 | 4,8 | 0,2 |
| 13 | 7,0 | 6,0 | 3,2 | -1,2 | -4,8 | -6,0 | -4,4 | -5,2 | 0,7 | 0,0 | -0,4 | 5,2 | 0,0 |
| 14 | 5,3 | 5,8 | 3,8 | -0,6 | -0,7 | -4,4 | -4,8 | -2,8 | -3,6 | 1,4 | 1,0 | 4,3 | 0,4 |
| 15 | 5,2 | 5,9 | 3,7 | 0,6 | -0,3 | -2,8 | -3,9 | -3,2 | -2,0 | 0,6 | 1,8 | 4,6 | 0,8 |
| 16 | 5,4 | 6,0 | 5,2 | 3,0 | 1,5 | -2,2 | -3,0 | -1,8 | -1,8 | 1,2 | -2,2 | 3,8 | 1,3 |
| 17 | 3,2 | 4,2 | 3,1 | -2,0 | 1,8 | -3,4 | 0,7 | -1,6 | -1,8 | 3,8 | -3,4 | 4,8 | 0,8 |
| 18 | 6,0 | 5,6 | 3,7 | -1,0 | -4,8 | -4,8 | -1,6 | 0,0 | -3,4 | 4,5 | 1,1 | 3,7 | 0,8 |
| 19 | 4,2 | 5,8 | 1,0 | 1,8 | -2,6 | -3,7 | -6,6 | -2,8 | -4,0 | 3,9 | -0,4 | 6,3 | 0,2 |
| 20 | 5,0 | 5,2 | 3,4 | 1,0 | -2,6 | -2,4 | -8,2 | -5,7 | -3,2 | 3,9 | 0,4 | 5,4 | 0,2 |
| 21 | 5,6 | 5,4 | 2,8 | 0,4 | 2,2 | -3,9 | -2,4 | -4,8 | -0,4 | 3,0 | 1,0 | 4,3 | 1,1 |
| 22 | 4,6 | 5,8 | 1,8 | -0,2 | -0,2 | -2,3 | -3,2 | -3,1 | -0,2 | 1,0 | 2,6 | 4,4 | 0,9 |
| 23 | 4,8 | 5,0 | 4,2 | 2,2 | -0,4 | -4,0 | -10,0 | -3,0 | -2,6 | 3,8 | 2,8 | 4,6 | 0,6 |
| 24 | 5,8 | 5,0 | -0,2 | 2,7 | -1,6 | -3,0 | -4,4 | -0,9 | 1,8 | 2,8 | 3,0 | 4,3 | 1,3 |
| 25 | 4,0 | 5,4 | 2,8 | -1,2 | -5,0 | -5,3 | -4,3 | -2,4 | 2,6 | 2,6 | 3,7 | 3,4 | 0,5 |
| 26 | 3,6 | 5,4 | 2,8 | -3,6 | 3,7 | -5,4 | -5,3 | 0,7 | 0,5 | 3,8 | 3,2 | 3,7 | 1,1 |
| 27 | 4,9 | 5,0 | 2,8 | -3,2 | 3,1 | -2,9 | -5,4 | -0,6 | -1,0 | 2,8 | 2,6 | 4,6 | 1,1 |
| 28 | 4,7 | 5,9 | 2,4 | -3,2 | 3,0 | -0,4 | -6,3 | -2,2 | -0,6 | 2,2 | 1,0 | 5,2 | 1,0 |
| 29 | 4,0 | **** | 4,7 | 1,8 | -0,2 | 1,2 | -5,2 | -1,1 | 1,0 | 2,6 | 5,4 | 6,0 | 1,8 |
| 30 | 4,2 | **** | 3,7 | 3,7 | -0,8 | -4,6 | -2,6 | -1,4 | 0,1 | 1,9 | 4,0 | 4,8 | 1,2 |
| 31 | 4,0 | **** | 3,6 | **** | 0,0 | **** | -3,6 | 0,8 | **** | 4,8 | **** | 4,6 | 2,0 |
| SUM | 154,3 | 149,2 | 106,2 | 17,7 | -42,3 | -94,5 | -139,9 | -108,9 | -12,4 | 63,8 | 42,9 | 135,2 | 271,3 |
| MED | 5,0 | 5,3 | 3,4 | 0,6 | -1,4 | -3,1 | -4,5 | -3,5 | -0,4 | 2,1 | 1,4 | 4,4 | 0,8 |
| MAX | 7,0 | 7,0 | 6,4 | 4,7 | 3,7 | 1,2 | 0,7 | 0,8 | 3,2 | 4,8 | 5,4 | 6,8 | 7,0 |
| MIN | 3,2 | 2,7 | -0,2 | -3,6 | -6,2 | -6,0 | -10,0 | -8,0 | -4,0 | -2,6 | -3,4 | 1,7 | -10,0 |
| N | 31,0 | 28,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 365,0 |

DATOS DE : TEMPERATURA MÍNIMA DIARIA (°C)

Altura m/s/n/m: 4071 Longitud Oeste: 68° 11' 55" Latitud Sud: 16° 30' 37"

Provincia: Murillo Estación: El Alto Aeropuerto Departamento: La Paz

Estacion: El Alto Aeropuerto

| DIA | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-----|-------|-------|-------|------|-------|--------|--------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| 1 | 5,0 | 4,8 | 4,1 | 4,9 | -3,5 | -5,4 | -4,3 | -4,2 | -3,8 | -3,2 | 3,8 | 5,6 | 0,3 |
| 2 | 5,5 | 3,8 | 4,4 | 1,7 | 2,7 | -2,5 | -0,6 | -5,3 | -2,4 | -2,0 | 3,6 | 3,2 | 1,0 |
| 3 | 5,0 | 4,9 | 3,4 | 2,1 | 1,4 | -2,0 | 0,1 | -7,1 | -6,6 | -0,3 | 5,0 | 1,3 | 0,6 |
| 4 | 5,2 | 4,4 | 4,1 | 1,6 | 0,0 | 0,2 | -1,4 | -3,5 | -3,2 | -0,3 | 1,2 | 3,0 | 0,9 |
| 5 | 3,0 | 4,7 | 4,4 | 2,4 | -3,2 | -1,2 | 1,8 | 3,2 | -2,6 | -1,8 | 1,6 | 3,0 | 1,3 |
| 6 | 4,4 | 5,8 | 4,4 | 2,8 | -5,6 | -3,9 | -1,8 | -4,0 | -1,8 | 3,0 | 3,2 | 3,0 | 0,8 |
| 7 | 3,8 | 4,8 | 3,8 | 2,5 | -6,2 | -6,8 | -3,9 | -2,8 | 0,0 | 2,1 | 3,0 | 3,7 | 0,3 |
| 8 | 3,4 | 5,6 | 4,3 | 3,2 | -3,6 | -5,9 | **** | -2,5 | -2,4 | 2,3 | 0,4 | 3,2 | 0,7 |
| 9 | 3,6 | 5,2 | 4,6 | 2,7 | -3,4 | -5,8 | -1,8 | -2,1 | -1,8 | 3,7 | 2,7 | 4,8 | 1,0 |
| 10 | 5,8 | 5,6 | 4,6 | 2,2 | -0,4 | -5,6 | -6,2 | -4,8 | -0,6 | 4,8 | 1,2 | 4,2 | 0,9 |
| 11 | 6,0 | 4,0 | 4,4 | 1,6 | -2,2 | -6,8 | -5,8 | -8,6 | 3,5 | 3,0 | 2,1 | 5,2 | 0,5 |
| 12 | 6,5 | 4,2 | 4,2 | 2,6 | 1,0 | -4,7 | -5,4 | -5,6 | -3,7 | 5,0 | 3,4 | 4,4 | 1,0 |
| 13 | 5,0 | 5,0 | 1,8 | 0,3 | -3,9 | -6,4 | -7,7 | -2,0 | -1,4 | 2,8 | -1,6 | 3,0 | -0,4 |
| 14 | 3,8 | 4,6 | 2,6 | -2,6 | -6,6 | -8,1 | -5,7 | -0,8 | -0,4 | 4,4 | -2,0 | 4,4 | -0,5 |
| 15 | 5,7 | 4,0 | 3,0 | 0,0 | -2,4 | -4,6 | -3,0 | -6,2 | 1,0 | 1,2 | 0,4 | 3,1 | 0,2 |
| 16 | 4,2 | 4,0 | 4,4 | 0,9 | -5,4 | -4,4 | -4,6 | -3,4 | -1,7 | 2,8 | 3,0 | 3,6 | 0,3 |
| 17 | 6,3 | 4,2 | 3,5 | 0,2 | -2,4 | -4,0 | -3,8 | 1,0 | -1,6 | 0,4 | 1,3 | 4,4 | 0,8 |
| 18 | 4,8 | 4,0 | 1,8 | 1,6 | -5,2 | -2,6 | -5,0 | -3,8 | -2,0 | 2,1 | 1,3 | 3,3 | 0,0 |
| 19 | 4,0 | 4,6 | 5,3 | 3,6 | -4,8 | 0,9 | -6,7 | -3,6 | 3,0 | 2,8 | 3,4 | 4,8 | 1,4 |
| 20 | 4,2 | 4,4 | 3,8 | 1,0 | -4,0 | -2,4 | -0,6 | -1,5 | 0,8 | 0,2 | 2,5 | 1,6 | 0,8 |
| 21 | 6,4 | 3,4 | 4,8 | 2,0 | -5,6 | -2,2 | -3,0 | 0,2 | 0,9 | -0,5 | 3,2 | 4,2 | 1,2 |
| 22 | 5,4 | 4,8 | 4,4 | -0,4 | -5,0 | -1,8 | -1,2 | **** | 2,4 | -2,5 | 4,4 | 5,0 | 1,4 |
| 23 | 4,2 | 3,7 | 3,2 | -2,1 | -2,6 | -4,4 | -3,3 | -4,0 | 0,0 | -0,8 | 3,6 | 3,8 | 0,1 |
| 24 | 4,1 | 4,2 | 3,0 | 0,3 | 0,4 | -2,3 | -3,9 | -3,8 | 2,3 | -0,8 | 4,3 | 2,4 | 0,8 |
| 25 | 4,4 | 4,2 | 3,8 | 1,9 | -1,4 | -5,4 | -2,0 | -6,0 | 3,4 | -1,4 | 3,4 | 2,2 | 0,6 |
| 26 | 4,6 | 2,8 | 2,8 | 2,2 | -0,3 | -5,7 | -4,4 | **** | -1,4 | 1,6 | 3,6 | 4,0 | 0,9 |
| 27 | 3,1 | 4,0 | 1,5 | 3,7 | -2,1 | -5,2 | -2,6 | -1,6 | 0,0 | 0,9 | 2,5 | 2,6 | 0,6 |
| 28 | 4,2 | 4,2 | 1,4 | -0,6 | -1,9 | -1,8 | -5,2 | -1,6 | 0,5 | -2,5 | 3,0 | 5,2 | 0,4 |
| 29 | 4,4 | **** | 4,8 | -4,2 | -4,6 | 0,5 | -7,4 | -2,2 | 0,8 | 0,7 | 5,4 | 5,0 | 0,3 |
| 30 | 3,1 | **** | 5,1 | -3,5 | -5,2 | -3,5 | -6,8 | -2,4 | -0,5 | 1,3 | 0,6 | 5,1 | -0,6 |
| 31 | 5,0 | **** | 2,7 | **** | -1,4 | **** | -4,6 | 0,0 | **** | 4,0 | **** | 5,3 | 1,6 |
| SUM | 144,1 | 123,9 | 114,4 | 34,6 | -87,4 | -113,8 | -110,8 | -89,0 | -19,3 | 33,0 | 73,5 | 117,6 | 220,8 |
| MED | 4,6 | 4,4 | 3,7 | 1,2 | -2,8 | -3,8 | -3,7 | -3,1 | -0,6 | 1,1 | 2,4 | 3,8 | 0,6 |
| MAX | 6,5 | 5,8 | 5,3 | 4,9 | 2,7 | 0,9 | 1,8 | 3,2 | 3,5 | 5,0 | 5,4 | 5,6 | 6,5 |
| MIN | 3,0 | 2,8 | 1,4 | -4,2 | -6,6 | -8,1 | -7,7 | -8,6 | -6,6 | -3,2 | -2,0 | 1,3 | -8,6 |
| N | 31,0 | 28,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 30,0 | 30,0 | 29,0 | 30,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 362,0 |

DATOS DE : TEMPERATURA MÍNIMA DIARIA (°C)

Altura m/s/n/m: 4071 Longitud Oeste: 68° 11' 55" Latitud Sud: 16° 30' 37"

Provincia: Murillo Estación: El Alto Aeropuerto Departamento: La Paz

Estacion: El Alto Aeropuerto

| DIA | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-----|-------|-------|------|------|-------|--------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|
| 1 | 4,1 | 3,8 | 4,4 | 2,2 | -2,4 | -5,8 | -5,6 | -5,2 | -8,3 | 0,6 | 4,0 | 1,0 | -0,6 |
| 2 | 4,8 | 5,1 | 2,8 | -0,3 | -2,4 | -4,2 | -4,4 | -4,9 | -6,2 | 2,9 | 2,2 | 5,4 | 0,1 |
| 3 | 4,7 | 5,2 | 4,1 | 2,8 | 2,6 | -4,1 | -7,2 | -5,0 | -2,8 | -3,2 | 5,4 | 5,0 | 0,6 |
| 4 | 4,0 | 5,8 | 3,8 | 3,6 | -1,0 | -3,0 | -7,0 | -5,4 | -2,1 | 0,8 | 4,2 | 5,2 | 0,7 |
| 5 | 4,6 | 5,9 | 4,6 | 2,7 | -2,0 | -4,4 | -5,4 | -7,1 | -4,6 | -0,9 | 3,4 | 4,4 | 0,1 |
| 6 | 3,9 | 5,9 | 2,2 | 1,6 | 0,1 | -5,0 | -1,8 | -8,3 | -2,8 | 2,9 | 5,0 | 3,0 | 0,6 |
| 7 | 3,2 | 3,3 | 2,8 | 1,8 | -1,4 | -1,5 | -5,0 | -4,8 | -2,1 | -1,8 | 2,6 | 5,0 | 0,2 |
| 8 | 4,6 | 3,3 | 3,6 | 0,8 | -1,1 | -2,6 | 1,6 | -4,6 | -1,0 | 3,6 | 2,0 | 4,0 | 1,2 |
| 9 | 4,1 | 2,6 | 0,8 | -0,2 | -4,6 | -2,0 | -1,7 | -7,4 | 2,0 | 4,8 | 0,4 | 5,0 | 0,3 |
| 10 | 5,0 | 2,5 | 0,1 | 3,6 | -1,6 | -3,8 | -4,2 | -10,0 | -1,6 | 1,0 | 2,2 | 5,2 | -0,1 |
| 11 | 2,7 | 2,2 | 2,5 | 3,2 | -0,8 | -4,8 | -4,1 | -5,6 | 0,2 | 0,5 | 3,8 | 6,4 | 0,5 |
| 12 | 3,7 | 4,0 | 1,0 | 3,5 | -3,0 | -4,4 | -3,0 | -4,6 | -1,4 | 1,4 | 2,0 | 5,8 | 0,4 |
| 13 | 5,2 | 4,4 | 1,6 | 3,5 | 0,8 | -7,4 | -3,5 | -1,6 | -0,1 | 1,7 | 2,2 | 2,2 | 0,8 |
| 14 | 4,8 | 4,6 | 1,8 | 2,6 | -3,4 | -3,6 | -4,0 | -4,6 | -4,6 | 1,7 | 4,5 | 5,8 | 0,5 |
| 15 | 1,3 | 4,2 | 3,8 | 2,8 | -5,5 | -4,7 | -5,4 | -6,6 | -2,6 | 1,0 | 5,0 | 4,3 | -0,2 |
| 16 | 3,0 | 4,2 | 4,5 | 0,3 | -3,9 | -3,4 | -8,2 | -6,6 | 2,3 | 0,6 | 4,6 | 5,8 | 0,3 |
| 17 | 3,5 | 2,8 | 3,2 | 4,0 | -4,7 | -5,1 | -8,6 | -1,8 | -1,8 | 1,5 | 4,9 | 5,4 | 0,3 |
| 18 | 1,2 | 4,2 | 4,4 | 3,8 | -4,1 | -5,4 | -9,6 | -9,5 | 0,4 | 1,1 | 2,7 | 4,2 | -0,6 |
| 19 | 4,1 | 3,1 | 3,4 | 2,4 | -4,6 | -4,2 | -6,9 | -3,4 | -4,5 | **** | 0,4 | 4,4 | -0,5 |
| 20 | 2,6 | 2,0 | 0,8 | -1,3 | -3,5 | -5,2 | -6,6 | -8,6 | -1,1 | 2,7 | 4,6 | 3,7 | -0,8 |
| 21 | 3,9 | 4,0 | 2,4 | 1,7 | -1,6 | -4,2 | -4,6 | -9,4 | -4,0 | 2,2 | 3,8 | 4,0 | -0,1 |
| 22 | 3,3 | 3,9 | 1,6 | 0,2 | -5,0 | -5,6 | -2,8 | -4,4 | -2,2 | 2,9 | 3,2 | 4,2 | -0,1 |
| 23 | 0,2 | 3,4 | 1,9 | 0,4 | -2,6 | -5,0 | -4,4 | -4,4 | 1,3 | -1,2 | 0,2 | 3,1 | -0,6 |
| 24 | 3,1 | 4,2 | 3,5 | 3,6 | -5,3 | -1,4 | -8,1 | -5,1 | -2,1 | 4,0 | 2,4 | 4,9 | 0,3 |
| 25 | 4,0 | 2,0 | 0,8 | 4,2 | -5,6 | -6,0 | -8,8 | 1,5 | -1,2 | 2,8 | 4,0 | 4,8 | 0,2 |
| 26 | 4,2 | 2,8 | 1,8 | 0,6 | -3,0 | -5,8 | -4,7 | 0,5 | 4,0 | 3,9 | 3,4 | 3,0 | 0,9 |
| 27 | 4,8 | 2,0 | 3,8 | 0,2 | -5,4 | -3,8 | -5,2 | 2,2 | 1,7 | 2,2 | 4,8 | 4,5 | 1,0 |
| 28 | 5,1 | 2,7 | 3,5 | 0,0 | -4,0 | -4,6 | -2,2 | -3,2 | 3,4 | 2,6 | 3,4 | 3,9 | 0,9 |
| 29 | 4,5 | 5,0 | 2,4 | -2,4 | -3,1 | -3,3 | -2,1 | -4,2 | -1,8 | 3,0 | 4,6 | 3,0 | 0,5 |
| 30 | 4,1 | **** | 3,0 | -2,8 | -4,1 | -6,8 | -0,3 | -6,9 | 1,0 | 3,9 | 2,8 | 3,2 | -0,3 |
| 31 | 5,4 | **** | 3,0 | **** | -8,4 | **** | -3,5 | -8,4 | **** | 4,0 | **** | 2,7 | -0,7 |
| SUM | 117,7 | 109,1 | 83,9 | 49,1 | -94,6 | -131,1 | -147,3 | -157,4 | -42,6 | 53,2 | 98,7 | 132,5 | 71,2 |
| MED | 3,8 | 3,8 | 2,7 | 1,6 | -3,0 | -4,4 | -4,8 | -5,1 | -1,4 | 1,8 | 3,3 | 4,3 | 0,2 |
| MAX | 5,4 | 5,9 | 4,6 | 4,2 | 2,6 | -1,4 | 1,6 | 2,2 | 4,0 | 4,8 | 5,4 | 6,4 | 6,4 |
| MIN | 0,2 | 2,0 | 0,1 | -2,8 | -8,4 | -7,4 | -9,6 | -10,0 | -8,3 | -3,2 | 0,2 | 1,0 | -10,0 |
| N | 31,0 | 29,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 30,0 | 31,0 | 31,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 31,0 | 365,0 |

Altura m/s/n/m: 4071 Longitud Oeste: 68° 11' 55" Latitud Sud: 16° 30' 37"

Provincia: Murillo Estación: El Alto Aeropuerto Departamento: La Paz

Estacion: El Alto Aeropuerto

| DIA | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1 | 59,0 | 79,0 | 75,0 | 48,0 | 77,0 | 42,0 | 49,0 | 29,0 | 85,0 | 26,0 | 55,0 | 51,0 | 56,2 |
| 2 | 68,0 | 66,0 | 66,0 | 54,0 | 45,0 | 33,0 | 34,0 | 35,0 | 83,0 | 52,0 | 53,0 | 42,0 | 52,6 |
| 3 | 69,0 | 70,0 | 69,0 | 52,0 | 32,0 | 31,0 | 40,0 | 50,0 | 54,0 | 47,0 | 31,0 | 41,0 | 48,8 |
| 4 | 74,0 | 65,0 | 75,0 | 62,0 | 42,0 | 42,0 | 40,0 | 39,0 | 66,0 | 21,0 | 24,0 | 59,0 | 50,8 |
| 5 | 63,0 | 76,0 | 71,0 | 63,0 | 36,0 | 54,0 | 30,0 | 25,0 | 68,0 | 35,0 | 28,0 | 63,0 | 51,0 |
| 6 | 65,0 | 65,0 | 67,0 | 66,0 | 27,0 | 42,0 | 30,0 | 19,0 | 58,0 | 35,0 | | | |

DATOS DE : HUMEDAD RELATIVA MEDIA DIARIA (%)

Altura m/s/n/m: 4071 Longitud Oeste: 68° 11' 55" Latitud Sud: 16° 30' 37"

Provincia: Murillo Estación: El Alto Aeropuerto Departamento: La Paz

Estacion: El Alto Aeropuerto

| DIA | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-----|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|------|------|------|------|---------|
| 1 | 60,0 | 70,0 | 77,0 | 70,0 | 55,0 | 31,0 | 72,0 | 23,0 | **** | **** | **** | **** | 57,2 |
| 2 | 58,0 | 67,0 | 69,0 | 79,0 | 63,0 | 35,0 | 79,0 | 23,0 | **** | **** | **** | **** | 59,1 |
| 3 | 65,0 | 74,0 | 71,0 | 67,0 | **** | 31,0 | 79,0 | 29,0 | **** | **** | **** | **** | 59,4 |
| 4 | 58,0 | 77,0 | 72,0 | 59,0 | 49,0 | 52,0 | 64,0 | 41,0 | **** | **** | **** | **** | 59,0 |
| 5 | 58,0 | 81,0 | 76,0 | 67,0 | 51,0 | 43,0 | 69,0 | 49,0 | **** | **** | **** | **** | 61,8 |
| 6 | 65,0 | 78,0 | 79,0 | 62,0 | 31,0 | 35,0 | 69,0 | 36,0 | **** | **** | **** | **** | 56,9 |
| 7 | 65,0 | 73,0 | 83,0 | 61,0 | 38,0 | 35,0 | 70,0 | 40,0 | **** | **** | **** | **** | 58,1 |
| 8 | 64,0 | 78,0 | 79,0 | 60,0 | 38,0 | 26,0 | **** | 39,0 | **** | **** | **** | **** | 54,9 |
| 9 | 65,0 | 71,0 | 74,0 | 67,0 | 44,0 | 29,0 | 45,0 | 42,0 | **** | **** | **** | **** | 54,6 |
| 10 | 62,0 | 87,0 | 69,0 | 62,0 | 63,0 | 35,0 | 44,0 | 40,0 | **** | **** | **** | **** | 57,8 |
| 11 | 73,0 | 78,0 | 66,0 | 62,0 | 67,0 | 24,0 | 43,0 | 34,0 | **** | **** | **** | **** | 55,9 |
| 12 | 63,0 | 57,0 | 71,0 | 48,0 | 53,0 | 28,0 | 40,0 | 28,0 | **** | **** | **** | **** | 48,5 |
| 13 | 65,0 | 63,0 | 65,0 | 24,0 | 39,0 | 45,0 | 46,0 | 42,0 | **** | **** | **** | **** | 48,6 |
| 14 | 56,0 | 87,0 | 70,0 | 55,0 | 43,0 | 41,0 | 42,0 | 53,0 | **** | **** | **** | **** | 55,9 |
| 15 | 69,0 | 73,0 | 70,0 | 51,0 | 42,0 | 38,0 | 40,0 | 42,0 | **** | **** | **** | **** | 53,1 |
| 16 | 44,0 | 68,0 | 70,0 | 65,0 | 39,0 | 35,0 | 33,0 | 37,0 | **** | **** | **** | **** | 48,9 |
| 17 | 59,0 | 74,0 | 63,0 | 51,0 | 26,0 | 37,0 | 32,0 | 40,0 | **** | **** | **** | **** | 47,8 |
| 18 | 63,0 | 85,0 | 69,0 | 65,0 | 25,0 | 53,0 | 37,0 | 39,0 | **** | **** | **** | **** | 54,5 |
| 19 | 59,0 | 87,0 | 84,0 | 56,0 | 30,0 | 49,0 | 50,0 | 32,0 | **** | **** | **** | **** | 55,9 |
| 20 | 53,0 | 77,0 | 78,0 | 47,0 | 29,0 | 55,0 | 44,0 | 57,0 | **** | **** | **** | **** | 55,0 |
| 21 | 65,0 | 75,0 | 80,0 | 54,0 | 27,0 | 51,0 | 46,0 | 47,0 | **** | **** | **** | **** | 55,6 |
| 22 | 59,0 | 75,0 | 70,0 | 50,0 | 49,0 | 69,0 | 58,0 | **** | **** | **** | **** | **** | 61,4 |
| 23 | 80,0 | 72,0 | 58,0 | 43,0 | 57,0 | 48,0 | 61,0 | 40,0 | **** | **** | **** | **** | 57,4 |
| 24 | 78,0 | 76,0 | 62,0 | 57,0 | 60,0 | 38,0 | 47,0 | 40,0 | **** | **** | **** | **** | 57,2 |
| 25 | 70,0 | 83,0 | 61,0 | 59,0 | 49,0 | 31,0 | 28,0 | 34,0 | **** | **** | **** | **** | 51,9 |
| 26 | 72,0 | 86,0 | 66,0 | 56,0 | 55,0 | 30,0 | 38,0 | 25,0 | **** | **** | **** | **** | 53,5 |
| 27 | 70,0 | 85,0 | 72,0 | 57,0 | 45,0 | 40,0 | 42,0 | 30,0 | **** | **** | **** | **** | 55,1 |
| 28 | 65,0 | 76,0 | 76,0 | 48,0 | 48,0 | 39,0 | 23,0 | 40,0 | **** | **** | **** | **** | 51,9 |
| 29 | 69,0 | **** | 82,0 | 38,0 | 32,0 | 29,0 | 24,0 | 65,0 | **** | **** | **** | **** | 48,4 |
| 30 | 61,0 | **** | 77,0 | 42,0 | 27,0 | 51,0 | 24,0 | 38,0 | **** | **** | **** | **** | 45,7 |
| 31 | 79,0 | **** | 63,0 | **** | 22,0 | **** | 30,0 | 48,0 | **** | **** | **** | **** | 48,4 |
| SUM | 1992,0 | 2133,0 | 2222,0 | 1682,0 | 296,0 | 1183,0 | 1419,0 | 173,0 | **** | **** | **** | **** | 13100,0 |
| MED | 64,3 | 76,2 | 71,7 | 56,1 | 43,2 | 39,4 | 47,3 | 39,1 | **** | **** | **** | **** | 54,7 |
| MAX | 80,0 | 87,0 | 84,0 | 79,0 | 67,0 | 69,0 | 79,0 | 65,0 | **** | **** | **** | **** | 87,0 |
| MIN | 44,0 | 57,0 | 58,0 | 24,0 | 22,0 | 24,0 | 23,0 | 23,0 | **** | **** | **** | **** | 22,0 |
| N | 31,0 | 28,0 | 31,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | **** | **** | **** | **** | 240,0 |

ANEXOS

TABLA t_p
 ALFA = 0.05
 NIVEL DE CONFIANZA DEL 95%

| v | p | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| 1 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | |
| 2 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | 6.085 | |
| 3 | 4.501 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | 4.516 | |
| 4 | 3.927 | 4.013 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | 4.033 | |
| 5 | 3.635 | 3.749 | 3.797 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | 3.814 | |
| 6 | 3.461 | 3.587 | 3.649 | 3.680 | 3.694 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | 3.697 | |
| 7 | 3.344 | 3.477 | 3.548 | 3.588 | 3.611 | 3.622 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | 3.626 | |
| 8 | 3.261 | 3.399 | 3.475 | 3.521 | 3.549 | 3.566 | 3.575 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | 3.579 | |
| 9 | 3.199 | 3.339 | 3.420 | 3.470 | 3.502 | 3.523 | 3.536 | 3.544 | 3.547 | 3.547 | 3.547 | 3.547 | 3.547 | 3.547 | 3.547 | 3.547 | 3.547 | 3.547 | 3.547 | 3.547 | 3.547 | 3.547 | 3.547 | |
| 10 | 3.151 | 3.293 | 3.376 | 3.430 | 3.465 | 3.489 | 3.505 | 3.516 | 3.522 | 3.525 | 3.526 | 3.526 | 3.526 | 3.526 | 3.526 | 3.526 | 3.526 | 3.526 | 3.526 | 3.526 | 3.526 | 3.526 | 3.526 | |
| 11 | 3.113 | 3.256 | 3.342 | 3.397 | 3.435 | 3.462 | 3.480 | 3.493 | 3.501 | 3.506 | 3.509 | 3.510 | 3.510 | 3.510 | 3.510 | 3.510 | 3.510 | 3.510 | 3.510 | 3.510 | 3.510 | 3.510 | 3.510 | |
| 12 | 3.082 | 3.225 | 3.313 | 3.370 | 3.410 | 3.439 | 3.459 | 3.474 | 3.484 | 3.491 | 3.496 | 3.498 | 3.499 | 3.499 | 3.499 | 3.499 | 3.499 | 3.499 | 3.499 | 3.499 | 3.499 | 3.499 | 3.499 | |
| 13 | 3.055 | 3.200 | 3.289 | 3.348 | 3.389 | 3.419 | 3.442 | 3.458 | 3.470 | 3.478 | 3.484 | 3.488 | 3.490 | 3.490 | 3.490 | 3.490 | 3.490 | 3.490 | 3.490 | 3.490 | 3.490 | 3.490 | 3.490 | |
| 14 | 3.033 | 3.178 | 3.268 | 3.329 | 3.372 | 3.403 | 3.426 | 3.444 | 3.457 | 3.467 | 3.474 | 3.479 | 3.482 | 3.484 | 3.484 | 3.485 | 3.485 | 3.485 | 3.485 | 3.485 | 3.485 | 3.485 | 3.485 | |
| 15 | 3.014 | 3.160 | 3.250 | 3.312 | 3.356 | 3.389 | 3.413 | 3.432 | 3.446 | 3.457 | 3.465 | 3.471 | 3.476 | 3.478 | 3.480 | 3.481 | 3.481 | 3.481 | 3.481 | 3.481 | 3.481 | 3.481 | 3.481 | |
| 16 | 2.998 | 3.144 | 3.235 | 3.298 | 3.343 | 3.376 | 3.402 | 3.422 | 3.437 | 3.449 | 3.458 | 3.465 | 3.470 | 3.473 | 3.477 | 3.478 | 3.478 | 3.478 | 3.478 | 3.478 | 3.478 | 3.478 | 3.478 | |
| 17 | 2.984 | 3.130 | 3.222 | 3.285 | 3.331 | 3.366 | 3.392 | 3.412 | 3.429 | 3.441 | 3.451 | 3.459 | 3.465 | 3.469 | 3.473 | 3.475 | 3.476 | 3.476 | 3.476 | 3.476 | 3.476 | 3.476 | 3.476 | |
| 18 | 2.971 | 3.118 | 3.210 | 3.274 | 3.321 | 3.356 | 3.383 | 3.405 | 3.421 | 3.435 | 3.445 | 3.454 | 3.460 | 3.465 | 3.470 | 3.472 | 3.474 | 3.474 | 3.474 | 3.474 | 3.474 | 3.474 | 3.474 | |
| 19 | 2.960 | 3.107 | 3.199 | 3.264 | 3.311 | 3.347 | 3.375 | 3.397 | 3.415 | 3.429 | 3.440 | 3.449 | 3.456 | 3.462 | 3.467 | 3.470 | 3.472 | 3.473 | 3.474 | 3.474 | 3.474 | 3.474 | 3.474 | |
| 20 | 2.950 | 3.097 | 3.190 | 3.255 | 3.303 | 3.339 | 3.368 | 3.391 | 3.409 | 3.424 | 3.436 | 3.445 | 3.453 | 3.459 | 3.464 | 3.467 | 3.470 | 3.472 | 3.473 | 3.474 | 3.474 | 3.474 | 3.474 | |
| 22 | 2.935 | 3.082 | 3.175 | 3.241 | 3.290 | 3.327 | 3.357 | 3.381 | 3.400 | 3.379 | 3.403 | 3.427 | 3.450 | | | | | | | | | | | |
| 24 | 2.919 | 3.066 | 3.160 | 3.226 | 3.276 | 3.315 | 3.345 | 3.370 | 3.390 | 3.406 | 3.420 | 3.432 | 3.441 | 3.449 | 3.456 | 3.461 | 3.465 | 3.469 | 3.471 | 3.473 | 3.475 | 3.476 | 3.477 | |
| 25 | 2.914 | 3.061 | 3.155 | 3.222 | 3.272 | 3.311 | 3.341 | 3.367 | 3.387 | 3.379 | 3.403 | | | | | | | | 3.470 | 3.474 | 3.477 | 3.479 | 3.481 | |
| 30 | 2.888 | 3.035 | 3.131 | 3.199 | 3.250 | 3.290 | 3.322 | 3.349 | 3.371 | 3.389 | 3.405 | 3.418 | 3.430 | 3.439 | 3.447 | 3.454 | 3.460 | 3.466 | 3.470 | 3.474 | 3.477 | 3.479 | 3.481 | |
| 38 | 2.864 | 3.012 | 3.108 | 3.177 | 3.229 | 3.271 | 3.304 | 3.332 | 3.356 | 3.379 | | 3.427 | 3.450 | | | | | | | | | | | |
| 40 | 2.858 | 3.006 | 3.102 | 3.171 | 3.224 | 3.266 | 3.300 | 3.328 | 3.352 | 3.373 | 3.390 | 3.405 | 3.418 | 3.429 | 3.439 | 3.448 | 3.456 | 3.463 | 3.469 | 3.474 | 3.479 | 3.483 | 3.486 | |
| 46 | 2.849 | 2.997 | 3.093 | 3.163 | 3.216 | 3.259 | 3.293 | 3.322 | 3.346 | 3.368 | 3.385 | 3.401 | 3.414 | 3.426 | 3.437 | 3.446 | 3.455 | 3.462 | 3.468 | 3.474 | 3.480 | 3.484 | 3.488 | |
| 60 | 2.829 | 2.976 | 3.073 | 3.143 | 3.198 | 3.241 | 3.277 | 3.307 | 3.333 | 3.355 | 3.374 | 3.391 | 3.406 | 3.419 | 3.431 | 3.442 | 3.451 | 3.460 | 3.467 | 3.474 | 3.481 | 3.487 | 3.492 | |
| 88 | 2.815 | 2.962 | 3.060 | 3.130 | 3.186 | 3.230 | 3.266 | 3.298 | 3.324 | 3.379 | 3.403 | 3.427 | 3.450 | | | | | | | | | | | |
| 120 | 2.800 | 2.947 | 3.045 | 3.116 | 3.172 | 3.217 | 3.254 | 3.287 | 3.314 | 3.337 | 3.359 | 3.377 | 3.394 | 3.409 | 3.423 | 3.435 | 3.446 | 3.457 | 3.466 | 3.475 | 3.483 | 3.491 | 3.498 | |
| 184 | 2.800 | 2.947 | 3.045 | 3.116 | 3.172 | 3.217 | 3.254 | 3.287 | 3.314 | 3.337 | 3.359 | 3.377 | 3.394 | 3.409 | 3.423 | 3.435 | 3.446 | 3.457 | 3.466 | 3.475 | 3.483 | 3.491 | 3.498 | |
| 10000000 | 2.772 | 2.918 | 3.017 | 3.089 | 3.146 | 3.193 | 3.232 | 3.265 | 3.294 | 3.320 | 3.343 | 3.363 | 3.382 | 3.399 | 3.414 | 3.428 | 3.442 | 3.454 | 3.466 | 3.476 | 3.486 | 3.496 | 3.505 | |

TABLA r_p
ALFA = 0.01
NIVEL DE CONFIANZA DEL 99%

| | p | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| v | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| 1 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | 90.030 | |
| 2 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | 14.040 | |
| 3 | 8.261 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | 8.321 | |
| 4 | 6.512 | 6.677 | 6.740 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | 6.756 | |
| 5 | 5.702 | 5.893 | 5.989 | 6.040 | 6.065 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | 6.074 | |
| 6 | 5.243 | 5.439 | 5.549 | 5.614 | 5.655 | 5.680 | 5.694 | 5.701 | 5.703 | 5.703 | 5.703 | 5.703 | 5.703 | 5.703 | 5.703 | 5.703 | 5.703 | 5.703 | 5.703 | 5.703 | 5.703 | 5.703 | 5.703 | |
| 7 | 4.949 | 5.145 | 5.260 | 5.334 | 5.383 | 5.416 | 5.439 | 5.454 | 5.464 | 5.470 | 5.472 | 5.472 | 5.472 | 5.472 | 5.472 | 5.472 | 5.472 | 5.472 | 5.472 | 5.472 | 5.472 | 5.472 | 5.472 | |
| 8 | 4.746 | 4.939 | 5.057 | 5.135 | 5.189 | 5.227 | 5.256 | 5.276 | 5.291 | 5.302 | 5.309 | 5.314 | 5.316 | 5.317 | 5.317 | 5.317 | 5.317 | 5.317 | 5.317 | 5.317 | 5.317 | 5.317 | 5.317 | |
| 9 | 4.596 | 4.787 | 4.906 | 4.986 | 5.043 | 5.086 | 5.118 | 5.142 | 5.160 | 5.174 | 5.185 | 5.193 | 5.199 | 5.203 | 5.205 | 5.206 | 5.206 | 5.206 | 5.206 | 5.206 | 5.206 | 5.206 | 5.206 | |
| 10 | 4.482 | 4.671 | 4.790 | 4.831 | 4.931 | 4.975 | 5.010 | 5.037 | 5.058 | 5.074 | 5.088 | 5.098 | 5.106 | 5.112 | 5.117 | 5.120 | 5.122 | 5.124 | 5.124 | 5.124 | 5.124 | 5.124 | 5.124 | |
| 11 | 4.392 | 4.579 | 4.697 | 4.780 | 4.841 | 4.887 | 4.924 | 4.952 | 4.975 | 4.994 | 5.009 | 5.021 | 5.031 | 5.039 | 5.045 | 5.050 | 5.054 | 5.057 | 5.059 | 5.060 | 5.061 | 5.061 | 5.061 | |
| 12 | 4.320 | 4.504 | 4.622 | 4.706 | 4.767 | 4.815 | 4.852 | 4.883 | 4.907 | 4.927 | 4.944 | 4.958 | 4.969 | 4.978 | 4.986 | 4.993 | 4.998 | 5.002 | 5.006 | 5.008 | 5.010 | 5.011 | 5.011 | |
| 13 | 4.260 | 4.442 | 4.560 | 4.644 | 4.706 | 4.755 | 4.793 | 4.824 | 4.850 | 4.872 | 4.889 | 4.904 | 4.917 | 4.928 | 4.937 | 4.944 | 4.950 | 4.956 | 4.960 | 4.963 | 4.966 | 4.968 | 4.970 | |
| 14 | 4.210 | 4.391 | 4.508 | 4.591 | 4.654 | 4.704 | 4.743 | 4.775 | 4.802 | 4.824 | 4.843 | 4.859 | 4.872 | 4.884 | 4.894 | 4.902 | 4.910 | 4.916 | 4.921 | 4.925 | 4.929 | 4.932 | 4.935 | |
| 15 | 4.168 | 4.347 | 4.463 | 4.545 | 4.610 | 4.660 | 4.700 | 4.733 | 4.760 | 4.783 | 4.803 | 4.820 | 4.834 | 4.846 | 4.857 | 4.866 | 4.874 | 4.881 | 4.887 | 4.892 | 4.897 | 4.901 | 4.904 | |
| 16 | 4.131 | 4.309 | 4.425 | 4.509 | 4.572 | 4.622 | 4.663 | 4.696 | 4.724 | 4.748 | 4.768 | 4.786 | 4.800 | 4.813 | 4.825 | 4.835 | 4.844 | 4.851 | 4.858 | 4.864 | 4.869 | 4.873 | 4.877 | |
| 17 | 4.099 | 4.275 | 4.391 | 4.475 | 4.539 | 4.589 | 4.630 | 4.664 | 4.693 | 4.717 | 4.738 | 4.756 | 4.771 | 4.785 | 4.797 | 4.807 | 4.816 | 4.824 | 4.832 | 4.838 | 4.844 | 4.849 | 4.853 | |
| 18 | 4.071 | 4.246 | 4.362 | 4.445 | 4.509 | 4.560 | 4.601 | 4.635 | 4.664 | 4.689 | 4.711 | 4.729 | 4.745 | 4.759 | 4.772 | 4.783 | 4.792 | 4.801 | 4.808 | 4.815 | 4.821 | 4.827 | 4.832 | |
| 19 | 4.046 | 4.220 | 4.335 | 4.419 | 4.483 | 4.534 | 4.575 | 4.610 | 4.639 | 4.665 | 4.686 | 4.705 | 4.722 | 4.736 | 4.749 | 4.761 | 4.771 | 4.780 | 4.788 | 4.795 | 4.802 | 4.807 | 4.812 | |
| 20 | 4.024 | 4.197 | 4.312 | 4.395 | 4.459 | 4.510 | 4.552 | 4.587 | 4.617 | 4.642 | 4.664 | 4.684 | 4.701 | 4.716 | 4.729 | 4.741 | 4.751 | 4.761 | 4.769 | 4.777 | 4.784 | 4.790 | 4.795 | |
| 22 | 3.990 | 4.162 | 4.276 | 4.359 | 4.423 | 4.440 | 4.516 | 4.552 | 4.582 | 4.644 | 4.686 | 4.716 | 4.741 | 4.761 | 4.779 | 4.794 | 4.807 | 4.818 | 4.828 | 4.836 | 4.843 | 4.849 | 4.854 | |
| 24 | 3.956 | 4.126 | 4.239 | 4.322 | 4.386 | 4.370 | 4.480 | 4.516 | 4.546 | 4.573 | 4.596 | 4.616 | 4.634 | 4.651 | 4.665 | 4.678 | 4.690 | 4.700 | 4.710 | 4.719 | 4.727 | 4.734 | 4.741 | |
| 30 | 3.889 | 4.056 | 4.168 | 4.250 | 4.314 | 4.366 | 4.409 | 4.445 | 4.477 | 4.504 | 4.528 | 4.550 | 4.569 | 4.586 | 4.601 | 4.615 | 4.628 | 4.640 | 4.650 | 4.660 | 4.669 | 4.677 | 4.685 | |
| 38 | 3.838 | 4.002 | 4.112 | 4.194 | 4.258 | 4.310 | 4.353 | 4.390 | 4.422 | 4.450 | 4.474 | 4.496 | 4.516 | 4.534 | 4.550 | 4.565 | 4.578 | 4.591 | 4.603 | 4.613 | 4.623 | 4.632 | 4.641 | |
| 40 | 3.825 | 3.988 | 4.098 | 4.180 | 4.244 | 4.296 | 4.339 | 4.376 | 4.408 | 4.436 | 4.461 | 4.483 | 4.503 | 4.521 | 4.537 | 4.553 | 4.566 | 4.579 | 4.591 | 4.601 | 4.611 | 4.621 | 4.630 | |
| 46 | 3.806 | 3.968 | 4.078 | 4.159 | 4.223 | 4.275 | 4.318 | 4.355 | 4.388 | 4.416 | 4.441 | 4.463 | 4.484 | 4.502 | 4.518 | 4.534 | 4.547 | 4.561 | 4.573 | 4.583 | 4.594 | 4.603 | 4.613 | |
| 60 | 3.762 | 3.922 | 4.031 | 4.111 | 4.174 | 4.226 | 4.270 | 4.307 | 4.340 | 4.368 | 4.394 | 4.417 | 4.438 | 4.456 | 4.474 | 4.490 | 4.504 | 4.518 | 4.530 | 4.542 | 4.553 | 4.563 | 4.573 | |
| 88 | 3.734 | 3.892 | 4.000 | 4.080 | 4.143 | 4.194 | 4.238 | 4.275 | 4.308 | 4.337 | 4.363 | 4.386 | 4.407 | 4.426 | 4.444 | 4.460 | 4.475 | 4.489 | 4.502 | 4.514 | 4.525 | 4.536 | 4.546 | |
| 120 | 3.702 | 3.858 | 3.965 | 4.044 | 4.107 | 4.158 | 4.202 | 4.239 | 4.272 | 4.301 | 4.327 | 4.351 | 4.372 | 4.392 | 4.410 | 4.426 | 4.442 | 4.456 | 4.469 | 4.482 | 4.494 | 4.505 | 4.516 | |
| 184 | 3.702 | 3.858 | 3.965 | 4.044 | 4.107 | 4.158 | 4.202 | 4.239 | 4.272 | 4.301 | 4.327 | 4.351 | 4.372 | 4.392 | 4.410 | 4.426 | 4.442 | 4.456 | 4.469 | 4.481 | 4.494 | 4.505 | 4.516 | |
| 1000000 | 3.643 | 3.796 | 3.900 | 3.978 | 4.040 | 4.091 | 4.135 | 4.172 | 4.205 | 4.235 | 4.261 | 4.285 | 4.307 | 4.327 | 4.345 | 4.363 | 4.379 | 4.394 | 4.408 | 4.421 | 4.434 | 4.446 | 4.457 | |

TABLA FISHER

ALFA = 0.05

NIVEL DE CONFIANZA DEL 95%

| libertad para el denominador | $v_1 =$ Grados de libertad para el numerador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | infinito |
| 1 | 161 | 200 | 216 | 225 | 230 | 234 | 237 | 239 | 241 | 242 | 244 | 245.33 | 246 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 |
| 2 | 18.50 | 19.00 | 19.20 | 19.20 | 19.30 | 19.30 | 19.40 | 19.40 | 19.40 | 19.40 | 19.40 | 19.40 | 19.40 | 19.40 | 19.50 | 19.50 | 19.50 | 19.50 | 19.50 | 19.50 |
| 3 | 10.10 | 9.55 | 9.28 | 9.12 | 9.01 | 8.94 | 8.89 | 8.85 | 8.81 | 8.79 | 8.74 | 8.71 | 8.70 | 8.66 | 8.64 | 8.62 | 8.59 | 8.57 | 8.55 | 8.53 |
| 4 | 7.71 | 6.94 | 6.59 | 6.39 | 6.26 | 6.16 | 6.09 | 6.04 | 6.00 | 5.95 | 5.91 | 5.88 | 5.86 | 5.80 | 5.77 | 5.75 | 5.72 | 5.69 | 5.66 | 5.63 |
| 5 | 6.61 | 5.79 | 5.41 | 5.19 | 5.05 | 4.95 | 4.88 | 4.82 | 4.77 | 4.74 | 4.68 | 4.64 | 4.62 | 4.56 | 4.53 | 4.50 | 4.46 | 4.43 | 4.40 | 4.37 |
| 6 | 5.99 | 5.14 | 4.76 | 4.53 | 4.39 | 4.28 | 4.21 | 4.15 | 4.10 | 4.06 | 4.00 | 3.96 | 3.94 | 3.87 | 3.84 | 3.81 | 3.77 | 3.74 | 3.70 | 3.67 |
| 7 | 5.59 | 4.74 | 4.35 | 4.12 | 3.97 | 3.87 | 3.79 | 3.73 | 3.68 | 3.64 | 3.57 | 3.53 | 3.51 | 3.44 | 3.41 | 3.38 | 3.34 | 3.30 | 3.27 | 3.23 |
| 8 | 5.32 | 4.46 | 4.07 | 3.84 | 3.69 | 3.58 | 3.50 | 3.44 | 3.39 | 3.35 | 3.28 | 3.24 | 3.22 | 3.15 | 3.20 | 3.08 | 3.04 | 3.01 | 2.97 | 2.93 |
| 9 | 5.12 | 4.26 | 3.86 | 3.63 | 3.48 | 3.37 | 3.29 | 3.23 | 3.18 | 3.14 | 3.07 | 3.03 | 3.01 | 2.94 | 2.90 | 2.86 | 2.83 | 2.79 | 2.75 | 2.71 |
| 10 | 4.96 | 4.10 | 3.71 | 3.48 | 3.33 | 3.22 | 3.14 | 3.07 | 3.02 | 2.98 | 2.91 | 2.87 | 2.85 | 2.77 | 2.74 | 2.70 | 2.66 | 2.62 | 2.58 | 2.54 |
| 11 | 4.84 | 3.98 | 3.59 | 3.36 | 3.20 | 3.09 | 3.01 | 2.95 | 2.90 | 2.85 | 2.79 | 2.74 | 2.72 | 2.65 | 2.61 | 2.57 | 2.53 | 2.49 | 2.45 | 2.40 |
| 12 | 4.75 | 3.89 | 3.49 | 3.26 | 3.11 | 3.00 | 2.91 | 2.85 | 2.80 | 2.75 | 2.69 | 2.64 | 2.62 | 2.54 | 2.51 | 2.47 | 2.38 | 2.38 | 2.30 | 2.30 |
| 13 | 4.67 | 3.81 | 3.41 | 3.18 | 3.03 | 2.92 | 2.83 | 2.77 | 2.71 | 2.67 | 2.60 | 2.55 | 2.53 | 2.46 | 2.42 | 2.38 | 2.34 | 2.30 | 2.25 | 2.21 |
| 14 | 4.60 | 3.74 | 3.34 | 3.11 | 2.96 | 2.85 | 2.76 | 2.70 | 2.65 | 2.60 | 2.53 | 2.48 | 2.46 | 2.39 | 2.35 | 2.31 | 2.27 | 2.22 | 2.18 | 2.13 |
| 15 | 4.54 | 3.68 | 3.29 | 3.06 | 2.90 | 2.79 | 2.71 | 2.64 | 2.59 | 2.54 | 2.48 | 2.43 | 2.40 | 2.33 | 2.29 | 2.25 | 2.20 | 2.16 | 2.11 | 2.07 |
| 16 | 4.49 | 3.63 | 3.24 | 3.01 | 2.85 | 2.74 | 2.66 | 2.59 | 2.54 | 2.49 | 2.42 | 2.37 | 2.35 | 2.28 | 2.24 | 2.19 | 2.15 | 2.11 | 2.06 | 2.01 |
| 17 | 4.45 | 3.59 | 3.20 | 2.96 | 2.81 | 2.70 | 2.61 | 2.55 | 2.49 | 2.45 | 2.38 | 2.33 | 2.31 | 2.23 | 2.19 | 2.15 | 2.10 | 2.06 | 2.01 | 1.96 |
| 18 | 4.41 | 3.55 | 3.16 | 2.93 | 2.77 | 2.66 | 2.58 | 2.51 | 2.46 | 2.41 | 2.34 | 2.29 | 2.27 | 2.19 | 2.15 | 2.11 | 2.06 | 2.02 | 1.97 | 1.93 |
| 19 | 4.38 | 3.52 | 3.13 | 2.90 | 2.74 | 2.63 | 2.54 | 2.48 | 2.42 | 2.38 | 2.31 | 2.26 | 2.23 | 2.16 | 2.11 | 2.07 | 2.03 | 1.98 | 1.93 | 1.88 |
| 20 | 4.35 | 3.49 | 3.10 | 2.87 | 2.71 | 2.60 | 2.51 | 2.45 | 2.39 | 2.35 | 2.28 | 2.23 | 2.20 | 2.12 | 2.08 | 2.04 | 1.99 | 1.95 | 1.90 | 1.84 |
| 21 | 4.32 | 3.47 | 3.07 | 2.84 | 2.68 | 2.57 | 2.49 | 2.42 | 2.37 | 2.32 | 2.25 | 2.20 | 2.18 | 2.10 | 2.05 | 2.01 | 1.96 | 1.92 | 1.87 | 1.81 |
| 22 | 4.30 | 3.44 | 3.05 | 2.82 | 2.66 | 2.55 | 2.46 | 2.40 | 2.34 | 2.30 | 2.23 | 2.18 | 2.15 | 2.07 | 2.03 | 1.98 | 1.94 | 1.89 | 1.84 | 1.78 |
| 23 | 4.28 | 3.42 | 3.03 | 2.80 | 2.64 | 2.53 | 2.44 | 2.37 | 2.32 | 2.27 | 2.20 | 2.15 | 2.13 | 2.05 | 2.01 | 1.96 | 1.91 | 1.86 | 1.81 | 1.76 |
| 24 | 4.26 | 3.40 | 3.01 | 2.78 | 2.62 | 2.51 | 2.42 | 2.36 | 2.30 | 2.25 | 2.18 | 2.13 | 2.11 | 2.03 | 1.98 | 1.94 | 1.89 | 1.84 | 1.79 | 1.73 |
| 25 | 4.24 | 3.39 | 2.99 | 2.76 | 2.60 | 2.49 | 2.40 | 2.34 | 2.28 | 2.24 | 2.16 | 2.11 | 2.09 | 2.01 | 1.96 | 1.92 | 1.87 | 1.82 | 1.77 | 1.71 |
| 30 | 4.17 | 3.32 | 2.92 | 2.69 | 2.53 | 2.42 | 2.33 | 2.27 | 2.21 | 2.16 | 2.09 | 2.04 | 2.01 | 1.93 | 1.89 | 1.84 | 1.79 | 1.74 | 1.68 | 1.62 |
| 38 | 4.10 | 3.25 | 2.86 | 2.63 | 2.47 | 2.44 | 2.27 | 2.20 | 2.14 | 2.10 | 2.02 | 1.96 | 1.94 | 1.86 | 1.81 | 1.76 | 1.71 | 1.66 | 1.60 | 1.53 |
| 40 | 4.08 | 3.23 | 2.84 | 2.61 | 2.45 | 2.44 | 2.25 | 2.18 | 2.12 | 2.08 | 2.00 | 1.95 | 1.92 | 1.84 | 1.79 | 1.74 | 1.69 | 1.64 | 1.58 | 1.51 |
| 46 | 4.06 | 3.21 | 2.82 | 2.59 | 2.43 | 2.38 | 2.23 | 2.16 | 2.10 | 2.05 | 1.98 | 1.92 | 1.90 | 1.81 | 1.76 | 1.71 | 1.66 | 1.61 | 1.55 | 1.47 |
| 60 | 4.00 | 3.15 | 2.76 | 2.53 | 2.37 | 2.25 | 2.17 | 2.10 | 2.04 | 1.99 | 1.92 | 1.87 | 1.84 | 1.75 | 1.70 | 1.65 | 1.59 | 1.53 | 1.47 | 1.39 |
| 88 | 3.96 | 3.11 | 2.72 | 2.49 | 2.33 | 2.22 | 2.13 | 2.06 | 2.00 | 1.95 | 1.88 | 1.82 | 1.80 | 1.71 | 1.66 | 1.60 | 1.55 | 1.48 | 1.41 | 1.32 |
| 120 | 3.92 | 3.07 | 2.68 | 2.45 | 2.29 | 2.18 | 2.09 | 2.02 | 1.96 | 1.91 | 1.83 | 1.78 | 1.75 | 1.66 | 1.61 | 1.55 | 1.50 | 1.43 | 1.35 | 1.25 |
| 184 | 3.92 | 3.07 | 2.68 | 2.45 | 2.29 | 2.18 | 2.09 | 2.02 | 1.96 | 1.91 | 1.83 | 1.78 | 1.75 | 1.66 | 1.61 | 1.55 | 1.50 | 1.43 | 1.35 | 1.25 |
| 1000000 | 3.84 | 3.00 | 2.60 | 2.37 | 2.21 | 2.10 | 2.01 | 1.94 | 1.88 | 1.83 | 1.75 | 1.70 | 1.67 | 1.57 | 1.52 | 1.46 | 1.39 | 1.32 | 1.22 | 1.00 |

Referencia: Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Cuarta Edición. Autores: Miller, Freund, Johnson
 Tabla 6(a) página 584

TABLA FISHER

ALFA = 0.01
NIVEL DE CONFIANZA DEL 99%

| de libertad para el | $V_1 = \text{Grados de libertad para el numerador}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | infinito |
| 1 | 4052 | 5000 | 5403 | 5625 | 5764 | 5859 | 5928 | 5982 | 6023 | 6056 | 6106 | 6140.00 | 6157 | 6209 | 6235 | 6261 | 6287 | 6313 | 6339 | 6366 |
| 2 | 98.50 | 99.00 | 99.20 | 99.20 | 99.30 | 99.30 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.50 | 99.50 | 99.50 | 99.50 | 99.50 | 99.50 |
| 3 | 34.10 | 30.80 | 29.50 | 28.70 | 28.20 | 27.90 | 27.70 | 27.50 | 27.30 | 27.20 | 27.10 | 26.97 | 26.90 | 26.70 | 26.60 | 26.50 | 26.40 | 26.30 | 26.20 | 26.10 |
| 4 | 21.20 | 18.00 | 16.70 | 16.00 | 15.50 | 15.20 | 15.00 | 14.80 | 14.70 | 14.50 | 14.40 | 14.27 | 14.20 | 14.00 | 13.90 | 13.80 | 13.70 | 13.70 | 13.60 | 13.50 |
| 5 | 16.30 | 13.30 | 12.10 | 11.40 | 11.00 | 10.70 | 10.50 | 10.30 | 10.20 | 10.10 | 9.89 | 9.78 | 9.72 | 9.55 | 9.47 | 9.38 | 9.29 | 9.20 | 9.11 | 9.02 |
| 6 | 13.70 | 10.90 | 9.78 | 9.15 | 8.75 | 8.47 | 8.26 | 8.10 | 7.98 | 7.87 | 7.72 | 7.61 | 7.56 | 7.40 | 7.31 | 7.23 | 7.14 | 7.06 | 6.97 | 6.88 |
| 7 | 12.20 | 9.55 | 8.45 | 7.85 | 7.46 | 7.19 | 6.99 | 6.84 | 6.72 | 6.62 | 6.47 | 6.36 | 6.31 | 6.16 | 6.07 | 5.99 | 5.91 | 5.82 | 5.74 | 5.65 |
| 8 | 11.30 | 8.65 | 7.59 | 7.01 | 6.63 | 6.37 | 6.18 | 6.03 | 5.91 | 5.81 | 5.67 | 5.57 | 5.52 | 5.36 | 5.28 | 5.20 | 5.12 | 5.03 | 4.95 | 4.83 |
| 9 | 10.60 | 8.02 | 6.99 | 6.42 | 6.06 | 5.80 | 5.61 | 5.47 | 5.35 | 5.26 | 5.11 | 5.01 | 4.96 | 4.81 | 4.73 | 4.65 | 4.57 | 4.48 | 4.40 | 4.31 |
| 10 | 10.00 | 7.56 | 6.55 | 5.99 | 5.64 | 5.39 | 5.20 | 5.06 | 4.94 | 4.85 | 4.71 | 4.61 | 4.56 | 4.41 | 4.33 | 4.25 | 4.17 | 4.08 | 4.00 | 4.91 |
| 11 | 9.65 | 7.21 | 6.22 | 5.67 | 5.32 | 5.07 | 4.89 | 4.74 | 4.63 | 4.54 | 4.40 | 4.30 | 4.25 | 4.10 | 4.02 | 3.94 | 3.86 | 3.78 | 3.69 | 3.60 |
| 12 | 9.33 | 6.93 | 5.95 | 5.41 | 5.06 | 4.82 | 4.64 | 4.50 | 4.39 | 4.30 | 4.16 | 4.06 | 4.01 | 3.86 | 3.78 | 3.70 | 3.62 | 3.54 | 3.45 | 3.36 |
| 13 | 9.07 | 6.70 | 5.74 | 5.21 | 4.86 | 4.62 | 4.44 | 4.30 | 4.19 | 4.10 | 3.96 | 3.87 | 3.82 | 3.66 | 3.59 | 3.51 | 3.43 | 3.34 | 3.25 | 3.17 |
| 14 | 8.86 | 6.51 | 5.56 | 5.04 | 4.70 | 4.46 | 4.28 | 4.14 | 4.03 | 3.94 | 3.80 | 3.71 | 3.66 | 3.51 | 3.43 | 3.35 | 3.27 | 3.18 | 3.09 | 3.00 |
| 15 | 8.68 | 6.36 | 5.42 | 4.89 | 4.56 | 4.32 | 4.14 | 4.00 | 3.89 | 3.80 | 3.67 | 3.57 | 3.52 | 3.37 | 3.29 | 3.21 | 3.13 | 3.05 | 2.96 | 2.87 |
| 16 | 8.53 | 6.23 | 5.29 | 4.77 | 4.44 | 4.20 | 4.03 | 3.89 | 3.78 | 3.69 | 3.55 | 3.46 | 3.41 | 3.26 | 3.18 | 3.10 | 3.02 | 2.93 | 2.84 | 2.75 |
| 17 | 8.40 | 6.11 | 5.19 | 4.67 | 4.34 | 4.10 | 3.93 | 3.79 | 3.68 | 3.59 | 3.46 | 3.36 | 3.31 | 3.16 | 3.08 | 3.00 | 2.92 | 2.83 | 2.75 | 2.65 |
| 18 | 8.29 | 6.01 | 5.09 | 4.58 | 4.25 | 4.01 | 3.84 | 3.71 | 3.60 | 3.51 | 3.37 | 3.28 | 3.23 | 3.08 | 3.00 | 2.92 | 2.84 | 2.75 | 2.66 | 2.57 |
| 19 | 8.19 | 5.93 | 5.01 | 4.50 | 4.17 | 3.94 | 3.77 | 3.63 | 3.52 | 3.43 | 3.30 | 3.20 | 3.15 | 3.00 | 2.92 | 2.84 | 2.76 | 2.67 | 2.58 | 2.49 |
| 20 | 8.10 | 5.85 | 4.94 | 4.43 | 4.10 | 3.87 | 3.70 | 3.56 | 3.46 | 3.37 | 3.23 | 3.14 | 3.09 | 2.94 | 2.86 | 2.78 | 2.69 | 2.61 | 2.52 | 2.42 |
| 21 | 8.02 | 5.78 | 4.87 | 4.37 | 4.04 | 3.81 | 3.64 | 3.51 | 3.40 | 3.31 | 3.17 | 3.08 | 3.03 | 2.88 | 2.80 | 2.72 | 2.64 | 2.55 | 2.46 | 2.36 |
| 22 | 7.95 | 5.72 | 4.82 | 4.31 | 3.99 | 3.76 | 3.59 | 3.45 | 3.35 | 3.26 | 3.12 | 3.03 | 2.98 | 2.83 | 2.75 | 2.67 | 2.58 | 2.50 | 2.40 | 2.31 |
| 23 | 7.88 | 5.66 | 4.76 | 4.26 | 3.94 | 3.71 | 3.54 | 3.41 | 3.30 | 3.21 | 3.07 | 2.98 | 2.93 | 2.78 | 2.70 | 2.62 | 2.54 | 2.45 | 2.35 | 2.26 |
| 24 | 7.82 | 5.61 | 4.72 | 4.22 | 3.90 | 3.67 | 3.50 | 3.36 | 3.26 | 3.17 | 3.03 | 2.94 | 2.89 | 2.74 | 2.66 | 2.58 | 2.49 | 2.40 | 2.31 | 2.21 |
| 25 | 7.77 | 5.57 | 4.68 | 4.18 | 3.86 | 3.63 | 3.46 | 3.32 | 3.22 | 3.13 | 2.99 | 2.90 | 2.85 | 2.70 | 2.62 | 2.53 | 2.45 | 2.36 | 2.27 | 2.17 |
| 30 | 7.56 | 5.39 | 4.51 | 4.02 | 3.70 | 3.47 | 3.30 | 3.17 | 3.07 | 2.98 | 2.84 | 2.75 | 2.70 | 2.55 | 2.47 | 2.39 | 2.30 | 2.21 | 2.11 | 2.01 |
| 38 | 7.36 | 5.22 | 4.35 | 3.87 | 3.55 | 3.33 | 3.16 | 3.03 | 2.93 | 2.84 | 2.70 | 2.60 | 2.56 | 2.41 | 2.33 | 2.24 | 2.15 | 2.06 | 1.96 | 1.84 |
| 40 | 7.31 | 5.18 | 4.31 | 3.83 | 3.51 | 3.29 | 3.12 | 2.99 | 2.89 | 2.80 | 2.66 | 2.57 | 2.52 | 2.37 | 2.29 | 2.20 | 2.11 | 2.02 | 1.92 | 1.80 |
| 46 | 7.24 | 5.12 | 4.26 | 3.78 | 3.46 | 3.24 | 3.07 | 2.94 | 2.84 | 2.75 | 2.61 | 2.52 | 2.47 | 2.32 | 2.24 | 2.15 | 2.06 | 1.97 | 1.86 | 1.74 |
| 60 | 7.08 | 4.98 | 4.13 | 3.65 | 3.34 | 3.12 | 2.95 | 2.82 | 2.72 | 2.63 | 2.50 | 2.40 | 2.35 | 2.20 | 2.12 | 2.03 | 1.94 | 1.84 | 1.73 | 1.60 |
| 88 | 6.97 | 4.89 | 4.05 | 3.57 | 3.26 | 3.05 | 2.88 | 2.75 | 2.65 | 2.56 | 2.43 | 2.33 | 2.28 | 2.12 | 2.04 | 1.95 | 1.86 | 1.76 | 1.64 | 1.50 |
| 120 | 6.85 | 4.79 | 3.95 | 3.48 | 3.17 | 2.96 | 2.79 | 2.66 | 2.56 | 2.47 | 2.34 | 2.24 | 2.19 | 2.03 | 1.95 | 1.86 | 1.76 | 1.66 | 1.53 | 1.38 |
| 184 | 6.85 | 4.79 | 3.95 | 3.48 | 3.17 | 2.96 | 2.79 | 2.66 | 2.56 | 2.47 | 2.34 | 2.24 | 2.19 | 2.03 | 1.95 | 1.86 | 1.76 | 1.66 | 1.53 | 1.38 |
| 1000000 | 6.63 | 4.61 | 3.78 | 3.32 | 3.02 | 2.80 | 2.64 | 2.51 | 2.41 | 2.32 | 2.18 | 2.09 | 2.04 | 1.88 | 1.79 | 1.70 | 1.59 | 1.47 | 1.32 | 1.00 |

Referencia: Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Cuarta Edición. Autores: Miller, Freund, Johnson
Tabla 6(b) página 585